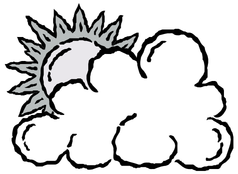
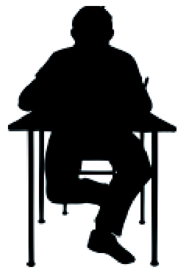
Отпечатано в информационно-издательском центре Ришельевского лицея



Материалы
научной
программы

II ОБЛАСТНАЯ ЛЕТНЯЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ШКОЛА



25 июня - 7 июля
1999 года

- ОДЕССА -

Управление образования
Одесской областной государственной администрации

Одесский институт усовершенствования учителей

Ришельевский лицей

Областная
летняя физико-математическая школа

(25 июня – 7 июля 1999 года)

Материалы научной программы

(В помощь организаторам научного творчества школьников)

Одесса 1999

Печатается по решению
Учёного Совета
Одесского института
усовершенствования учителей

(протокол №2 от 20 мая 1999 года)

Сборник материалов областной летней физико-математической школы

(25 июня – 7 июля 1999 года, пансионат “Одесса”,
посёлок Каролино-Бугаз
Овидиопольского района Одесской области)

Составители:

ВИКТОР Павел Андреевич, кандидат физ.-мат. наук
МИТЕЛЬМАН Игорь Михайлович, кандидат физ.-мат. наук
КОЛЕБОШИН Валерий Яковлевич, кандидат физ.-мат. наук

В сборник включены материалы летней физико-математической школы 1999 года: задания по математике, физике и информатике, предлагавшиеся на состоявшихся в рамках этой школы командных и индивидуальных научных состязаниях. Приведены также списки победителей олимпиад и другие организационно-методические материалы.

Данный сборник представляет собой методическое пособие для организаторов научного творчества школьников.

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Предлагаем вниманию читателей отчёт о **Второй областной летней физико-математической школе**, которую организовал и провёл Ришельевский лицей при активной финансовой и организационной поддержке Управления образования Одесской областной государственной администрации, Одесского института усовершенствования учителей.

Как и в прошлом году, к формированию состава участников такой школы подошли исключительно ответственно: приглашение получили в первую очередь многие призёры Всеукраинских и областных олимпиад и турниров по математике, физике, информатике, школьники, показавшие в этих состязаниях достаточно высокие результаты, а также – активные участники научных кружков из ряда школ, лицеев и гимназий города Одессы и Одесской области. Свыше пятидесяти школьников собрались в пансионате “Одесса” в посёлке Каролино-Бугаз Овидиопольского района для того, чтобы в течение двух недель прослушать лекции известных учёных, педагогов по любимым предметам, принять участие в тренировочных олимпиадах, физических и математических боях. Большое внимание, конечно, было уделено и организации спортивных соревнований, досугу школьников.

О содержательной концепции учебных занятий и научных мероприятий летних физико-математических школ, разработанной коллективом Ришельевского лицея при Одесском университете, подробно рассказывается в методическом пособии[1] и статье[2]. Ещё раз особо подчеркнём, что каждый школьник получил возможность испытать свои силы в состязаниях по всем трём дисциплинам, а такое многоборье удаётся организовать не слишком часто.

---

[1] Мительман И.М., Колебошин В.Я., Альтман И.С. Сборник материалов областной летней физико-математической школы 1998 года. – Одесса: ОдИУУ: Ришельевский лицей, 1998. – 46 с.

[2] Колебошин В.Я., Мительман И.М. Проблемы научно-методического обеспечения областных летних физико-математических школ при Ришельевском лицее как составной части комплексной программы обучения и воспитания одарённых школьников//“Наша школа”, № 6 (1999) (*в печати*).

Остановимся теперь на сжатом описании **технологии** научных состязаний, проведённых в рамках наших летних физико-математических школ.

Тестовые олимпиады. Задания (вопросы), в которых требуется лишь выбрать правильный ответ, исключительно редкий гость на отечественных предметных олимпиадах по математике и физике. Определённые причины этого хорошо известны. Но, как представляется нам, в тестовых технологиях заложено немало ценных дидактических и методических возможностей, отказ от использования которых в научных ученических соревнованиях также нецелесообразен: работа над комплектом тестовых заданий активизирует (наряду с подвергающимся критике "банальным" угадыванием ответа в ситуации, когда решить задачу школьник не может или не успевает) **многоплановые механизмы** по выбору правильного ответа. В тестовом конкурсе, в котором органично сочетаются олимпиадные и сугубо "школьные" мотивы, акцентируется внимание не столько на форме контроля, сколько – на **своеобразных** методах обработки учащимися научного материала в процессе **обдумывания** (которое не всегда равнозначно и равноценно традиционному процессу **решения** задачи) предложенной задачной ситуации. Кроме того, нельзя преувеличивать желание школьников беспрерывно оформлять решения задач (традиционные официальные олимпиады, Соросовские олимпиады, контрольные работы и пр.), когда путь от решённой задачи до получения за это решение "полного" балла искусственно – в учебных и воспитательных целях, которые, заметим, никто и не собирается подвергать сомнениям, удлиняется. А давайте-ка, вспомним, как решаем олимпиадные и учебные задачи зачастую мы сами – учёные и педагоги: ограничиваемся беглой прикидкой, получением ответа и с репликой "дальше всё понятно" переходим к следующей задаче. Вот почему представляется возможным создавать для учеников на некоторых конкурсах (особенно – неофициального характера) аналогичную атмосферу "не вполне тщательного" творчества, но которое никак не должно перерастать в безответственное отношение к соревнованию.

В 1998 году в летней школе тестовые олимпиады по математике и физике были проведены раздельно, каждая – продолжительностью 120 минут, а их результаты были "интегрированы" в результаты основной – традиционной – письменной олимпиады. Например, на тестовом туре по математике (по физике ситуация была аналогичной) предлагалось **пятнадцать** задач, правильный **ответ** на вопрос каждой из которых оценивался в **один** балл, а на втором – традиционном – туре предлагалось **пять** задач, каждая из которых оценивалаcьв **семь** баллов; итоговый рейтинг учащегося $\boldsymbol{R}$ (в соответствии с которым и определялись победители) вычислялся по формуле: $\boldsymbol{R} = 2\cdot\Sigma_{олимп}/35 + \Sigma_{тест}/15$.

В этом же году тестовую **физико-математическую** олимпиаду решено было выделить в отдельную разновидность соревнований. На **три астрономических часа** ученикам предложили **пятнадцать** задач по математике и **пятнадцать** задач по физике, правильный ответ на вопрос каждой из задач оценивался в **один** балл (задачи, разумеется, можно было решать в произвольной последовательности, "перемешивая", чего не случается на традиционных олимпиадах, процессы решения задач по математике и по физике; это тоже, как выяснилось, весьма нетривиальный психологический фактор). А вот результатом олимпиады считалось **произведение** количества баллов, набранных по математике и количества баллов, набранных по физике. Такая методика неоднократно апробировалась на международных фестивалях юных математиков и физиков, на открытых физико-математических олимпиадах Ришельевского лицея и даёт очень интересную диагностику степени универсализма (что по таким предметам как физика и математика весьма желательно; ведь школа, вообще говоря, не призвана готовить узконаправленных профессионалов, а должна заботиться об определённой синхронизации знаний, умений и навыков, давая при этом возможность особенно ярко самореализоваться в одной или нескольких областях знаний) учащегося и/или степени его предметной специализации.

Традиционные олимпиады по математике, по физике и по информатике. Каждая из олимпиад была рассчитана на 4 астрономических часа и, в целом, проходила по общеизвестной схеме. Но, конечно, в условиях летних школ нельзя было не воспользоваться возможностями для экспериментальной деятельности. Так, на олимпиаде по физике задание содержало 10 задач (полное решение каждой из которых оценивалось десятью баллами), из которых, по сути, предлагалось решать пять задач на выбор. Такой подход концентрирует в себе, конечно, множество "острейших", с методической точки зрения, моментов. Ведь выбор задач для предстоящего решения, а также корректирование такого выбора по ходу олимпиады – исключительно сложный для школьника в творческом отношении процесс: речь идёт об оперативной идентификации сюжетных линий задачи, об априорной оценке её сложности, об адекватном оценивании собственных возможностей по качественному решению задачи, нельзя не отметить и возможность реализации на такой олимпиаде собственных тематических предпочтений. Обилие "соблазнов" при такой организации олимпиадного задания также повышает интерес учащегося к конкурсу, создаёт весьма комфортный эмоциональный фон, "странным" образом соседствующий с реальным (на самом-то деле) усложнением олимпиады по сравнению с жёстко детерминированным комплектом задач. Оценивание результатов учащихся производилось по т.н. *рейтинговой шкале*, учитывающей объективную сложность каждой задачи для данного ученического контингента: основным фактором было отношение количества баллов, набранным учащимся по данной задаче к количеству баллов, которое по данной задаче набрали **все** участники олимпиады (при этом очевидно, что, решив оказавшиеся наиболее трудными задачи, учащийся получал более высокий итоговый рейтинг).

Олимпиада по информатике в летней школе 1998 года проводилась в два тура. Первым туром был теоретический тур, а вторым – финальным – был практический тур на персональных компьютерах, причём к финальному туру были допущены авторы лучших работ теоретического тура. В этом же году олимпиада была организована только в один тур. Жюри, владея достаточной информацией об уровне подготовки каждого из учащихся, самостоятельно сформировало группу учащихся, выполнявших задание на компьютерах, а остальные школьники решали задачи по информатике (весьма, кстати, близкие по ряду параметров, математическим задачам) в письменной форме.

Математические и физические бои. Речь идёт о весьма популярных и распространённых видах командных соревнований по данным предметам. Математический бой проходил по правилам, изложенным в журнале "Математика в школе" (№4, 1990 год). В группе "Б" девятиклассники, изучающие математику углублённо, соревновались с учащимися десятых классов, остальные школьники "играли" математический бой в группе "А". А вот физический бой проходил по регламенту, близкому к регламенту физико-математического боя (см. ниже), только без выбора задач путём жеребьёвки и без задач "закрытого" списка.

Физико-математические бои. Проведение комплексных двухпредметных научных командных состязаний – одна из интересных традиций Ришельевского лицея. Объединение в одну команду школьников с различными научными пристрастиями, стимулирование правильной организации внутрикомандного разделения труда, формирование чувства коллективной и индивидуальной ответственности – важный учебно-воспитательный аспект в многогранной деятельности преподавателей по работе с одарёнными школьниками.

Итак, в каждую из команд (а бой разыгрывается между двумя командами) вошло 8–9 учащихся, распределённых внутри команды на **три игровые линии** (условно: **первая линия** – линия нападения, **вторая линия** – линия защиты, **третья линия** – вратарская линия, на которой, кстати, может быть и несколько игроков). За определённое время до начала боя жюри выдаёт командам "открытый" список, состоящий из **десяти** задач по математике и **десяти** задач по физике, а также даёт командам задание подготовить друг для друга "закрытый" задачный список, который у каждой из команд содержит **четыре** задачи по физике и **одну** задачу по математике (задачи могут быть придуманы командами, заимствованы из литературы и т.п., но – держатся в "секрете" от команды соперников и предварительно согласовываются только с членами жюри; задачи должны быть корректными с научной точки зрения, интересными и "изящными" по содержанию, а также –

посильными для решения за две минуты). Из “открытого” списка для игры в самом её начале капитаны команд **жеребьёвкой** отбирают **шесть** задач по математике и **четыре** задачи по физике. Таким образом, физико-математический бой проводится по **пятнадцати** задачам – шести задачам по математике и четырём задачам по физике из “открытого” списка, четырём задачам по физике и одной задачей по математике из “закрытого” списка (самого “грозного” оружия командной борьбы). При подготовке к бою, разумеется, команды заинтересованы решить как можно больше задач из “открытого” списка. В начале игры проводится небольшой **конкурс капитанов** (или даже простое вбрасывание с помощью монеты), после которого **первая** линия **команды победившего капитана** получает право вызвать **первую** линию команды соперников на любую из пятнадцати задач (для задач “открытого” списка называются номера, задачи “закрытого” списка формулируются полностью и чётко). Для **подготовки** к изложению решения даётся 1 минута для задач “открытого” списка и 2 минуты для задач “закрытого” списка. **На изложение решения даётся 2 минуты, такое же время отводится и для оппонирования**. Жюри может увеличить время для доклада и для оппонирования, исходя из содержания происходящего у доски. Представитель команды, непосредственно осуществивший вызов, автоматически по данной задаче становится оппонентом. По результатам дебатов между оппонентом и докладчиком жюри может оценить достижения каждой из стороны, исходя из следующих соображений (жюри может в данную весьма общую схему вносить любые изменения, логично вытекающие из хода раунда; в любом случае принято, чтобы жюри объясняло выставленные оценки):

Докладчик		**Оппонент**	
–	Не решил задачу или решил задачу неправильно; решение содержит много грубых ошибок и т.п.	**–**	Не заметил существенных ошибок докладчика; сам допустил значительные ошибки научного характера при оценивании доклада и ошибок докладчика; предъявлял к докладчику необоснованные с содержательной точки зрения претензии; отверг верное решение и т.п.
0	Задача решена, но в объяснениях есть существенные пробелы, рассмотрены не все случаи; иногда такая оценка может быть выставлена (особенно это касается задач по физике и задач “закрытого” списка), если найден только лишь правильный ответ с недостаточной или не вполне корректной аргументацией, при условии, что нахождение такого ответа не слишком тривиально	**0**	Согласился с верным решением; не согласился с неправильным решением, но при этом не смог убедительно проанализировать ошибки докладчика; не заметил незначительных промахов докладчика; сделал некоторые корректные замечания к содержанию доклада, которые не повлияли на оценку решения как в целом правильного и т.п.

Докладчик		Оппонент	
+	Задача решена полностью либо с незначительными неточностями	+	Аргументированно вскрыл ошибочность представленных докладчиком рассуждений, после чего предложенное докладчиком решение становится несостоятельным (при этом исправление таких ошибок не входит в обязанность оппонента, как и изложение собственного решения) и т. п.
+ +	Задача решена полностью, причём предложено существенное интересное усиление (обобщение), в физической задаче качественного характера приведены и нетривиальные количественные оценки	+ +	Такая оценка оппоненту выставляется очень редко, в основном – за исключительно оригинальное и глубокое оппонирование, обнаружение "тонких" ошибок в решении докладчика

Примечание. Оценки "+" и "++" оппоненту могут быть выставлены только в том случае, когда докладчик получил оценку "**–**". За изложение собственного решения оппонент оценку не получает. Такое решение может быть изложено лишь с разрешения жюри (в основном, решения задач, которые не решил докладчик, рассказывают члены жюри).

Если раунд по задаче закончился с результатами "+ (+ +) **–**", "0 **–**" в пользу вызывающей команды (то есть, в пользу оппонента), то это означает, что линия, которая отражала нападение по предыдущей задаче, "пробита", и вызывающая команда (линия, на которой находился оппонент) продолжает свою атаку и адресует вызов следующей линии. Если же "пробитой" оказалась третья линия, то засчитывается **гол**. Если же линия не "пробивается" и при этом докладчик отразил атаку (то есть, получил оценку "0", "+", "+ +"), то команда докладчика (причём именно линия, на которой докладчик располагался!) адресует свой вызов на очередную задачу той линии команды соперников, которая только что оппонировала докладчику. Если докладчик атаку не отразил, но оппонент при этом получил оценку "**–**", то очередной раунд начинается с вбрасывания. **С вбрасывания начинается и раунд после забитого гола**.

Ниже приведен образец оформления доски, на которой отображается фрагмент хода поединка.

Вбрасывание отмечается с той стороны таблицы, которая отведена для команды, выигравшей это вбрасывание. (Ф6), (М7) и т.д. – номера задач по соответствующим предметам, на которые команда вызывает соперников, при этом (ТМ), (ТФ) – указание на то, что разыгрываются задачи из "закрытого" – "тёмного" – списка. В таблице указывается, какой линии адресован вызов. Вторая и предпоследняя колонки предназначены для выставления оценок за доклад и оппонирование, в крайних же колонках отмечается счёт по голам.

Команда “*А*”				**Команда “*Б*”**		
вбрасыв.	**0**	**(Ф6)**	→	линия 1	**+**	
	–	Линия 1	←	**(М2)**	**+**	
	–	линия 2	←	**(ТФ)**	**0**	
0	**–**	линия 3	←	**(ТМ)**	**+**	**1**
вбрасыв.	**0**	**(Ф9)**	→	линия 1	**+**	
	0	линия 1	←	**(Ф3)**	**0**	
	–	**(М7)**	→	линия 1	**–**	
	+ +	линия 1	←	**(Ф8)**	**–**	*вбрасыв.*

После того, как разыграны раунды по всем задачам, жюри подводит итоги боя. Выигравшей считается команда, забившая больше голов. Если счёт по голам равный, то для каждой команды подсчитывается баланс “плюсов” и “минусов”; при этом, разумеется, победителем боя объявляется команда, у которой разность между количеством “плюсов” и количеством “минусов” превосходит аналогичный показатель команды соперников.

При проведении боя по такой схеме очень большое значение приобретает тактика команд по определению задач, по которым они осуществляют вызов. Существенным является распределение членов команд по трём игровым линиям (капитану желательно играть на первой линии). Конечно, наиболее активной, как показывает практика проведения боёв с достаточно опытными командами, является первая линия. На третьей линии тоже должны располагаться сильные решатели задач, причём они должны знать решения всех задач “открытого” списка, найденные командами (это, в принципе, распространяется на всех членов команды; в хорошо организованных командах за час до боя принято устраивать “экспресс-конференцию” по окончательному “беглому” обсуждению всех решённых членами команды задач).

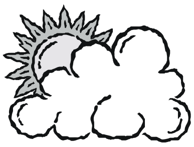
Для слушателей летней физико-математической школы были, как и в прошлом году, проведены увлекательные и разнообразные лекционные и семинарские занятия по математике, физике и информатике. Перечислим только основные вопросы, затронутые во время этих занятий (а сколько содержательнейших бесед и научных дискуссий школьников и преподавателей остались за рамками расписания!). Преподаватели, между прочим, постарались максимально “обновить” содержание своих лекций. Занятия по математике были посвящены теории чисел, комбинаторике, различным разделам дискретной математики, планиметрии и комбинаторной геометрии, методам суммирования и приёмам исследования рекуррентных соотношений, применению методов математического анализа к решению олимпиадных задач. Физики рассказывали школьникам о гидростатике и гидродинамике, теории разветвлённых электрических цепей, об оптико-механических аналогиях, о применениях теоремы Гаусса-Остроградского, разбирали оригинальные задачи по оптике, качественные задачи о магнитных явлениях. Очень заинтересовали ребят изучение солнечной активности и определение географических координат по наблюдению за небесными телами. Учебный процесс по основам информатики включал в себя как практические занятия на персональных ЭВМ, так и лекции о методах решения олимпиадных задач по этому предмету.

Были сделаны определённые шаги по организации индивидуальной работы школьников, уже показавших высокие результаты на предметных олимпиадах, с ведущими преподавателями. Надеемся, что на следующих летних школах такая форма работы получит дальнейшее развитие, и мы подробно о ней расскажем.

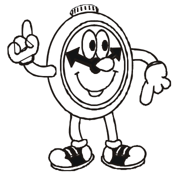
В летней школе 1998 года для школьников была организована встреча с психологами, занимающимися проблемами интенсификации интеллектуальной деятельности. А уже в школе 1999 года основы психологии заняли пусть пока скромное, но весьма заметное место в расписании занятий.

Научным руководителям летней школы 1999 года в подготовке материалов олимпиад, боёв, проведении всех научных и учебных мероприятий школы активно помогали сотрудники Ришельевского лицея П.А.Виктор, В.Л.Манакин, В.Л.Кулинский, К.И.Блохин, Д.Е.Меламуд, С.А.Шкулипа, а также – студент Киевского университета С.О.Жук.

Всем без исключения преподавателям летней школы хочется выразить огромную признательность за по-настоящему творческий и вдохновенный труд как в дни проведения школы, так и на сложнейшем этапе её подготовки.



ОФИЦИАЛЬНАЯ ХРОНИКА



Преподаватели областной летней физико-математической школы

ПАЛЛАДИЙ **Ольга Николаевна**	директор Ришельевского лицея
ЗАВОРОТНЯЯ **Павлина Львовна**	начальник летней школы заместитель директора Ришельевского лицея
ВОРОХАЕВА **Вера Игоревна**	заместитель начальника летней школы заместитель директора Ришельевского лицея
КОЛЕБОШИН **Валерий Яковлевич**	научный руководитель летней школы кандидат физико-математических наук преподаватель Ришельевского лицея доцент Одесского университета
МИТЕЛЬМАН **Игорь Михайлович**	научный руководитель летней школы кандидат физико-математических наук преподаватель Ришельевского лицея
ВИКТОР **Павел Андреевич**	кандидат физико-математических наук преподаватель Ришельевского лицея доцент Одесского университета
КУЛИНСКИЙ **Владимир Леонидович**	кандидат физико-математических наук старший преподаватель Одесского университета
МАНАКИН **Вадим Леонидович**	старший преподаватель Одесского университета
КОЗАЧЕК **Иван Иванович**	преподаватель МАН г. Севастополя
ШКУЛИПА **Сергей Альфредович**	аспирант Одесского университета
ЗАТОВСКИЙ **Юрий Александрович**	аспирант Одесского университета

МЕЛАМУД **Дмитрий Евгеньевич**	студент Одесского университета
КОЛЕБОШИН **Олег Валерьевич**	студент Одесского университета
БЛОХИН **Константин Игоревич**	студент Одесского университета
ЖУК **Сергей Олегович**	студент Киевского университета

Учебно-вспомогательный персонал

ВОРОХАЕВ **Игорь Анатольевич**	студент Одесского университета
ЗАВОРОТНИЙ **Григорий Юрьевич**	студент Одесского университета

Учащиеся областной летней физико-математической школы

Учащиеся, окончившие восьмой класс

1.	*Бойко Дмитрий*	Измаильский политехнический лицей
2.	*Бурдейный Виктор*	СШ № 86 г. Одессы (*окончил 7 класс*)
3.	*Гусаров Артём*	Измаильский политехнический лицей
4.	*Деменчук Антон*	Ришельевский лицей
5.	*Завгородний Алексей*	СШ № 100 г. Одессы
6.	*Иванова Екатерина*	Мариинская гимназия г. Одессы
7.	*Иванова Надежда*	Мариинская гимразия г. Одессы
8.	*Кликич Мария*	Ришельевский лицей
9.	*Корепанов Дмитрий*	Ришельевский лицей
10.	*Костенко Дарья*	Ришельевский лицей
11.	*Котляревская Наталья*	Мариинская гимназия г. Одессы
12.	*Масло Станислав*	Ришельевский лицей
13.	*Мельниченко Владимир*	Белгород-Днестровский лицей
14.	*Михайлова Анна*	Ришельевский лицей
15.	*Орловский Евгений*	Ришельевский лицей
16.	*Пейчев Александр*	Болградская гимназия
17.	*Тинитилов Дмитрий*	Ришельевский лицей
18.	*Ткаченко Анна*	Ришельевский лицей
19.	*Хесс Игорь*	Ришельевский лицей

Учащиеся, окончившие девятый класс

1.	*Адамов Алексей*	Ришельевский лицей
2.	*Бабич Алексей*	Ришельевский лицей
3.	*Богушевич Наталья*	Ришельевский лицей
4.	*Бодылева Мария*	Ришельевский лицей
5.	*Задорожный Сергей*	Ришельевский лицей
6.	*Кац Геннадий*	Мариинская гимназия г. Одессы
7.	*Качуровский Виталий*	Мариинская гимназия г. Одессы
8.	*Кожевников Денис*	Ришельевский лицей
9.	*Кушнир Людмила*	Ришельевский лицей
10.	*Левдикова Анастасия*	Ришельевский лицей
11.	*Морозов Константин*	Ришельевский лицей
12.	*Никитюк Светлана*	Ришельевский лицей
13.	*Павлов Александр*	Болградская гимназия
14.	*Рыжков Юрий*	Ришельевский лицей
15.	*Самойлик Виталий*	Ришельевский лицей
16.	*Сидоренко Сергей*	Ришельевский лицей
17.	*Суворов Владислав*	Измаильский политехнический лицей
18.	*Таровик Константин*	Ришельевский лицей
19.	*Тягульский Александр*	Ришельевский лицей
20.	*Шанин Александр*	Ришельевский лицей
21.	*Шлепаков Олег*	Ришельевский лицей

Учащиеся, окончившие десятый класс

1.	*Бакулин Роман*	Гимназия № 1 г. Севастополя
2.	*Баранов Константин*	Ришельевский лицей
3.	*Главацкий Кирилл*	Ришельевский лицей
4.	*Драгомирецкий Дмитрий*	Ришельевский лицей
5.	*Квальярди Мария*	Ришельевский лицей
6.	*Копейка Анна*	Ришельевский лицей
7.	*Кормиженко Вадим*	Белолесская СШ Татарбунарского р-на
8.	*Кувшинов Александр*	Измаильский политехнический лицей
9.	*Курганов Юрий*	СШ № 1 г. Белгорода-Днестровского
10.	*Левченко Дмитрий*	Ришельевский лицей
11.	*Никанёнок Юрий*	Ришельевский лицей
12.	*Обухов Пётр*	Приморский лицей г. Одессы
13.	*Терлецкий Дмитрий*	Ришельевский лицей
14.	*Шпуль Юрий*	Ришельевский лицей
15.	*Щербаков Алексей*	Ришельевский лицей

ПРОГРАММА НАУЧНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

25 июня – *пятница*
День заезда
☺ Завтрак
☺ Обед
☺ Ужин

26 июня – *суббота*
☺ Завтрак
😐 $10^{00} – 13^{00}$ **Тестовая олимпиада по математике и физике**
☺ Обед
☺ Ужин

27 июня – *воскресенье*
☺ Завтрак
☹ $10^{00} – 13^{05}$ Учебные занятия
☺ Обед
☺ Ужин

28 июня – *понедельник*
☺ Завтрак
☹ $10^{00} – 13^{05}$ Учебные занятия
☺ Обед
😐 Выдача заданий математического боя
😐 Подготовка команд к математическому бою
☺ Ужин

29 июня – *вторник*
☺ Завтрак
☹ $10^{00} – 13^{05}$ Учебные занятия
☺ Обед
😐 15^{30} **Математический бой**
☺ Ужин

30 июня – *среда*
День отдыха
☺ Завтрак
☺ Обед
😐 Выдача заданий физического боя
☺ Ужин
😐 Подготовка команд к физическому бою

1 июля – *четверг*
☺ Завтрак
☹ $10^{00} – 13^{05}$ Учебные занятия
☺ Обед
😐 15^{30} **Физический бой**
☺ Ужин

2 июля – *пятница*
☺ Завтрак
☹ $10^{00} – 13^{05}$ Учебные занятия
☺ Обед
☺ Ужин

3 июля – *суббота*
☺ Завтрак
😐 $9^{45} – 13^{30}$ **Олимпиада по математике**
☺ Обед
☺ Ужин

4 июля – *воскресенье*
☺ Завтрак
😐 $9^{45} – 13^{30}$ **Олимпиада по физике**
☺ Обед
☺ Ужин

5 июля – *понедельник*
☺ Завтрак
😐 Выдача заданий физико-математического боя
☺ Обед
😐 16^{00} **Физико-математический бой**
☺ Ужин

6 июля – *вторник*
☺ Завтрак
😐 $9^{45} – 13^{30}$ **Олимпиада по информатике**
☺ Обед
☺ 18^{30} Подведение итогов работы летней физико-математической школы
Награждение победителей олимпиад
☺ Ужин

7 июля – *среда*
День разъезда
☺ Завтрак
☺ Обед
☹ **Разъезд участников летней физико-математической школы**

Расписание лекционных и семинарских занятий для учащихся областной летней физико-математической школы

Дата	Время	8 класс	9 класс	10 класс
27 июня воскресенье	10.00–10.40	Математика	Физика	Физика
	10.45–11.25	Математика	Математика	Информатика
	11.35–12.15	Физика	Математика	Математика
	12.25–13.05	Информатика	Информатика	Математика
28 июня понедельник	10.00–10.40	Физика	Информатика	Физика
	10.45–11.25	Математика	Математика	Психология
	11.35–12.15	Информатика	Психология	Математика
	12.25–13.05	Психология	Физика	Информатика
29 июня вторник	10.00–10.40	Информатика	Математика	Физика
	10.45–11.25	Математика	Физика	Математика
	11.35–12.15	Физика	Физика	Информатика
	12.25–13.05	Физика	Информатика	Информатика
1 июля четверг	10.00–10.40	Информатика	Математика	Физика
	10.45–11.25	Информатика	Математика	Информатика
	11.35–12.15	Математика	Информатика	Математика
	12.25–13.05	Физика	Информатика	Математика
2 июля пятница	10.00–10.40	Математика	Физика	Психология
	10.45–11.25	Физика	Физика	Математика
	11.35–12.15	Математика	Психология	Физика
	12.25–13.05	Психология	Математика	Физика

ПОБЕДИТЕЛИ ТЕСТОВОЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ

Восьмой класс

Фамилия, имя	Количество баллов по физике	Количество баллов по математике	П	Степень диплома
ХЕСС Игорь	14	9	126	I
ТКАЧЕНКО Анна	12	8	96	II
КОРЕПАНОВ Дмитрий	11	8	88	III
ОРЛОВСКИЙ Евгений	9	9	81	III
МИХАЙЛОВА Анна	9	8	72	III
ЗАВГОРОДНИЙ Алексей	9	8	72	III

Девятый класс

Фамилия, имя	Количество баллов по физике	Количество баллов по математике	П	Степень диплома
АДАМОВ Алексей	11	13	143	I
ТЯГУЛЬСКИЙ Александр	10	10	100	II
СИДОРЕНКО Сергей	7	13	91	III
ШЛЕПАКОВ Олег	7	13	91	III

Десятый класс

Фамилия, имя	Количество баллов по физике	Количество баллов по математике	П	Степень диплома
БАКУЛИН Роман	14	14	196	I
ГЛАВАЦКИЙ Кирилл	14	11	154	II
ЛЕВЧЕНКО Дмитрий	9	10	90	III
ТЕРЛЕЦКИЙ Дмитрий	12	7	84	III
КОПЕЙКА Анна	7	12	84	III
КВАЛЬЯРДИ Мария	9	9	81	III
КОРМИЖЕНКО Вадим	10	8	80	III

Примечание. На тестовой физико-математической олимпиаде было предложено 15 задач по математике и 15 задач по физике, правильный **ответ** на вопрос каждой из которой оценивался в **один** балл. Результат вычислялся как произведение количества баллов, набранных по математике и количества баллов, набранных по физике. На выполнение задания отводилось 3 астрономических часа.

ПОБЕДИТЕЛИ ОЛИМПИАДЫ ПО МАТЕМАТИКЕ

Восьмой класс

Фамилия, имя	Σ	Степень диплома
ИВАНОВА Надежда	21	I
ТКАЧЕНКО Анна	20	I
ДЕМЕНЧУК Антон	13	II
БУРДЕЙНЫЙ Виктор	11	III
МАСЛО Станислав	10	III

Девятый класс

Фамилия, имя	Σ	Степень диплома
ШЛЕПАКОВ Олег	21	I
БОГУШЕВИЧ Наталья	18	II
ЗАДОРОЖНЫЙ Сергей	15	III
КУШНИР Людмила	14	III
СИДОРЕНКО Сергей	14	III
НИКИТЮК Светлана	13	III
ТЯГУЛЬСКИЙ Александр	13	III

Десятый класс

Фамилия, имя	Σ	Степень диплома
БАКУЛИН Роман	26	I
КОПЕЙКА Анна	22	II
БАРАНОВ Константин	10	III
ГЛАВАЦКИЙ Кирилл	10	III

Примечание. На олимпиаде по математике было предложено 5 задач, каждая из которых оценивалась в 7 баллов. На выполнение задания отводилось 4 астрономических часа.

ПОБЕДИТЕЛИ ОЛИМПИАДЫ ПО ФИЗИКЕ

Восьмой класс

Фамилия, имя	Рейтинг	Степень диплома
ТКАЧЕНКО Анна	121	I
ХЕСС Игорь	114	I
ТИНИТИЛОВ Дмитрий	92	II
ЗАВГОРОДНИЙ Алексей	71	III
БОЙКО Дмитрий	55	III
ИВАНОВА Надежда	55	III

Девятый класс

Фамилия, имя	Рейтинг	Степень диплома
КУШНИР Людмила	129	I
АДАМОВ Алексей	121	I
СИДОРЕНКО Сергей	95	II
ШАНИН Александр	87	II
КАЧУРОВСКИЙ Виталий	61	III
САМОЙЛИК Виталий	52	III
ТЯГУЛЬСКИЙ Александр	49	III
РЫЖКОВ Юрий	49	III

Десятый класс

Фамилия, имя	Рейтинг	Степень диплома
БАКУЛИН Роман	229	I
ГЛАВАЦКИЙ Кирилл	196	II
ТЕРЛЕЦКИЙ Дмитрий	81	III
БАРАНОВ Константин	76	III
ДРАГОМИРЕЦКИЙ Дмитрий	71	III

Примечание. На олимпиаде по физике было предложено 10 задач, каждая из которых оценивалась максимум в 10 баллов. Рейтинг каждой *i*-й задачи, набранный *k*-м участником, R_{ik} вычислялся из числа набранных баллов M_{ik} по формуле

$$R_{ik} = \begin{cases} 100 \cdot M_{ik} \Big/ \sum\limits_{k=1}^{N} M_{ik}\ , & \text{если } M_{ik} > 3; \\ M_{ik}\ , & \text{если } M_{ik} \le 3. \end{cases}$$

На выполнение задания отводилось 4 астрономических часа.

ПОБЕДИТЕЛИ ОЛИМПИАД ПО ИНФОРМАТИКЕ

Победители теоретической олимпиады

Восьмой класс

Фамилия, имя	Рейтинг	Степень диплома
ДЕМЕНЧУК Антон	47	I
ТИНИТИЛОВ Дмитрий	41	II
БУРДЕЙНЫЙ Виктор	33	II
ЗАВГОРОДНИЙ Алексей	27	III
ИВАНОВА Надежда	23	III

Девятый класс

Фамилия, имя	Рейтинг	Степень диплома
ШЛЕПАКОВ Олег	44	I
СИДОРЕНКО Сергей	35	II
КАЦ Геннадий	31	III
НИКИТЮК Светлана	28	III
КУШНИР Людмила	26	III
СУВОРОВ Владислав	23	III

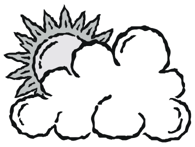
Десятый класс

Фамилия, имя	Рейтинг	Степень диплома
ШПУЛЬ Юрий	53	I
ТЕРЛЕЦКИЙ Дмитрий	39	II
БАРАНОВ Константин	28	III
ЛЕВЧЕНКО Дмитрий	28	III
КОРМИЖЕНКО Вадим	28	III

Победители олимпиады среди учащихся, выполнявших задание на компьютерах

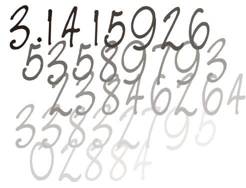
Фамилия, имя	Рейтинг	Степень диплома
ОБУХОВ Пётр	84	I
БАБИЧ Алексей	47	II
ЗАДОРОЖНЫЙ Сергей	28	III

Примечание. Жюри предварительно определило группу учащихся, которым предстояло выполнять задания олимпиады на персональных компьютерах. Остальным учащимся были предложены задания теоретического характера. Алгоритм вычисления рейтинга был таким же, как на олимпиаде по физике.



МАТЕМАТИКА

Материалы научной программы[1]



ТЕСТОВАЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

Задание по математике

1. Четверо ребят – Алёша, Боря, Ваня и Гриша – участвовали в соревнованиях по лёгкой атлетике. Перед началом забега каждого из них спросили, какое место он предполагает занять. Алёша ответил: “*Я не буду ни первым, ни последним*”, Боря ответил: “*Я не буду последним*”, Ваня ответил: “*А я буду первым!*”, а Гриша ответил, что он, к сожалению, будет последним. Известно, что трое мальчиков оказались правы, а один из них ошибся. Кто же прибежал последним?

А	Алёша	**Б**	Боря	**В**	Ваня	**Г**	Гриша

2. Сколько раз в течение **календарных суток** минутная стрелка будет перпендикулярна часовой стрелке?

А	43	**Б**	44	**В**	45	**Г**	46

3. Группу туристов решили рассадить по автобусам так, чтобы в каждом из автобусов было одинаковое количество пассажиров. Сначала в каждый автобус посадили по 22 пассажира, но при этом одному из туристов не хватило места. Когда же выяснилось, что один автобус неисправен, то в оставшихся автобусах туристы разместились именно так, как требовалось. Сколько туристов было в этой группе, если известно, что их количество превосходило 100?

А	527 туристов	**Б**	528 туристов	**В**	529 туристов	**Г**	530 туристов

4. В трапеции $ABCD$ углы при вершинах A и B прямые, $AB = BC = 1$, $AD = 2$. Пусть M – некоторая точка плоскости. Какое **наименьшее** значение может принимать сумма расстояний от точки M до вершин данной трапеции?

А	$\sqrt{2}+\sqrt{5}$	**Б**	$1+2\sqrt{2}$	**В**	$2+\sqrt{5}$	**Г**	$3+\sqrt{2}$

[1] Материалы раздела подготовлены И.М.Мительманом при участии К.И.Блохина.

5. Для некоторого натурального числа n десятичные записи чисел 2^n и 5^n начинаются с одной и той же цифры. Какая же это цифра?

А	1	**Б**	2	**В**	3	**Г**	4

6. На плоскости зафиксированы точки A и B и изображено **множество всех точек** C, обладающих следующим свойством: при движении **по прямой** от точки C к точке B расстояние между движущейся точкой и точкой A **монотонно возрастает**. Что представляет собой указанное множество точек?

А	отрезок	**Б**	луч	**В**	круг	**Г**	полуплоскость

7. Какое **максимальное** значение может принимать наибольший общий делитель десяти натуральных чисел, сумма которых равна 1001?

А	77	**Б**	91	**В**	121	**Г**	143

8. Найдите остаток, получающийся при делении числа 3^{1999} на 41.

А	13	**Б**	14	**В**	15	**Г**	16

9. Функция f определена на всей числовой оси, причём известно, что при всех x выполняется равенство $2f(x)+f(1-x)=x^2$. Найдите $f(0)$.

А	-2	**Б**	$-\frac{2}{5}$	**В**	$-\frac{1}{3}$	**Г**	1

10. Представьте себе, что в порядке возрастания выписаны все натуральные числа, **не являющиеся ни точными квадратами, ни точными кубами**: 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, … Какое число будет находиться на 1999-м месте в такой последовательности?

А	2050	**Б**	2051	**В**	2052	**Г**	2053

11. Даны числа a, b, c, d, удовлетворяющие трём следующим соотношениям:
$a+4b+9c+16d=1,\quad 4a+9b+16c+25d=12,\quad 9a+16b+25c+36d=123.$
Найдите значение выражения $16a+25b+36c+49d$.

А	334	**Б**	335	**В**	336	**Г**	337

12. Пусть $f(x)=ax^2-c$, причём известно, что $-4\le f(1)\le -1$ и $-1\le f(2)\le 5$. Какое из следующих двойных неравенств **обязательно** имеет место?

А	$7\le f(3)\le 26$	**Б**	$-1\le f(3)\le 20$	**В**	$-4\le f(3)\le 15$	**Г**	$0\le f(3)\le 25$

13. Сколькими способами можно разделить обычную колоду из 36 карт **пополам** таким образом, чтобы в каждой “пачке” из 18 карт было по два туза?

А	$\frac{32!}{(16!)^2}$	**Б**	$\frac{36!}{(18!)^2}$	**В**	$\frac{3\cdot 32!}{(16!)^2}$	**Г**	$\frac{6\cdot 32!}{(16!)^2}$

(Для натурального числа $n > 1$ через $n!$ обозначается произведение всех натуральных чисел от 1 до n, то есть, $n! = 1\cdot 2\cdot \ldots \cdot n$; по определению: $0! = 1! = 1$)

14. В каждой из клеток квадрата размера 3×3 записано по одному натуральному числу, причём произведения любых трёх чисел, расположенных в одной строке, в одном столбце или на одной диагонали, одинаковы и равны M. Найдите значение M, если известно, что $9999 < M < 11999$.

А	10000	**Б**	10248	**В**	10448	**Г**	10648

15. Дан квадрат *ABCD*, длина стороны которого составляет 1 см. Пусть точка *F* – середина стороны *CD*, точка *E* – середина стороны *BC*, *P* и *M* – точки пересечения отрезка *BF* с отрезками *AE* и *AC* соответственно. Найдите площадь четырёхугольника *EPMC*.

А	$\frac{1}{9}$ см^2	**Б**	$\frac{4}{35}$ см^2	**В**	$\frac{7}{60}$ см^2	**Г**	$\frac{2}{17}$ см^2

Ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Г	Б	В	А	В	В	Б	Б	В	Г	А	Б	В	Г	В

Список литературы, использованной при составлении тестового задания по математике

1. В.А.Вышенский, Н.В.Карташов, В.И.Михайловский, М.И.Ядренко Сборник задач киевских математических олимпиад. – К.: “Вища школа”, 1984. – 240 с.
2. Г.Н.Яковлев, Л.П.Купцов, С.В.Резниченко, П.Б.Гусятников Всероссийские математические олимпиады школьников. – М.: “Просвещение”, 1992. – 383 с.
3. Н.Я.Виленкин Комбинаторика. – М.: “Наука”, 1969. – 328 с.
4. Preliminary Contests for the Selection of the Hong Kong Team for the International Mathematical Olimpiads 1988-1997. – Hong Kong, 1998. – 83 p.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

Задачи №№ 1–5 предназначены для учащихся, окончивших 8 класс
Задачи №№ 5–9 предназначены для учащихся, окончивших 9 класс
Задачи №№ 9–13 предназначены для учащихся, окончивших 10 класс

1. Существуют ли такие 1999 последовательных натуральных числа, что их сумма является кубом некоторого натурального числа?

2. Пусть $abc = a + b + c$ $(a, b, c > 0)$. Упростите алгебраическое выражение

$$\frac{1}{1+a^2} + \frac{1}{1+b^2} + \frac{1}{1+c^2} + \frac{2}{\sqrt{(1+a^2)(1+b^2)(1+c^2)}}.$$

3. В выпуклом четырёхугольнике $ABCD$ $AC = BD$, причём серединные перпендикуляры к сторонам AB и CD пересекаются в точке P, лежащей на стороне AD. Докажите, что углы BAD и ADC равны.

4. Докажите, что число $(2^{1999} - 1)^{1999} - 3$ делится нацело на $2^{1999} - 3$.

5. Докажите, что в любом выпуклом многоугольнике с чётным числом сторон найдётся **диагональ**, не являющаяся параллельной ни одной из его сторон.

6. Докажите, что при всех a, b, c выполняется неравенство

$$\sqrt{(a+b-1)^2 + 2c^2} + \sqrt{(a+c-1)^2 + 2b^2} + \sqrt{(b+c-1)^2 + 2a^2} \geq \sqrt{3}.$$

7. Найдите все пары действительных чисел x и y, для которых выполняется соотношение $2x^4 - 4x^2y + y^4 + 1 = 0$.

8. Пусть отрезок AL – биссектриса треугольника ABC, K – такая точка на стороне AC, что $CK = CL$. Прямая LK и прямая, содержащая биссектрису угла B треугольника ABC, пересекаются в точке P. Докажите, что $AP = PL$.

9. Найдите наименьшее $n \in \boldsymbol{N}$, для которого число $1\underbrace{22\ldots22}_{n \text{ цифр "2"}}1$ будет делиться нацело на 999999999 ?

10. Четырёхугольник $ABCD$ вписан в окружность, причём $AB = 32$, $BC = 5$, $CD = 45$, $AD = 60$. Найдите угол между прямыми AB и CD.

11. Куб составлен из 27 одинаковых кубиков. Можно ли расставить в этих кубиках числа 1, 2, 3, …, 27 (каждое число должно встречаться ровно один раз) так, чтобы сумма чисел в любых трёх кубиках, “выстроенных в ряд ”, была постоянной (такой “ряд” может быть параллелен одному из рёбер куба,

некоторой диагонали грани куба или – одной из четырёх “главных” диагоналей куба)?

12. Найдите наибольшее значение выражения
$$\sin\alpha_1 \cdot \sin\alpha_2 \cdot \ldots \cdot \sin\alpha_{1999},$$
если известно, что $\mathrm{tg}\alpha_1 \cdot \mathrm{tg}\alpha_2 \cdot \ldots \cdot \mathrm{tg}\alpha_{1999} = 1$.

13. Пусть $f(x) = x^2 - x + 1$. Сколько различных действительных корней имеет уравнение $f(f(f(x))) = x$?

Указания к решениям задач

1. В качестве таких чисел можно взять числа
$1999^2 - 999$, $1999^2 - 998$, … , $1999^2 - 1$, 1999^2, $1999^2 + 1$, … , $1999^2 + 998$, $1999^2 + 999$, сумма которых равна 1999^3.

2. *Ответ*: 1. Следует воспользоваться соотношением $c = \dfrac{a+b}{ab-1}$ и тем, что $\sqrt{(ab-1)^2} = ab - 1$, так как $a, b, c > 0$.

3. Несложно заметить, что треугольники APC и BPD равны по трём сторонам. Следовательно, $\angle APC = \angle BPD$, откуда $\angle CPD = \angle BPA$ и $\angle BAD = \angle ADC$.

4. Требуемый факт сразу следует из того, что
$$2^{1999} - 1 \equiv 2(\mathrm{mod}(2^{1999} - 3)).$$

5. У выпуклого $2n$-угольника $n(2n - 3)$ диагоналей. Кроме того, несложно показать, что количество диагоналей, параллельных фиксированной стороне данного многоугольника, меньше, чем $n - 1$. Если теперь предположить, что утверждение задачи неверное, то неравенство $2n(n-2) < n(2n-3)$ сразу приводит к противоречию.

6. Так как при всех x, y, z выполнены неравенства
$$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \geq \frac{|x + y + z|}{\sqrt{3}} \geq \frac{x + y + z}{\sqrt{3}},$$
то левая часть нашего неравенства не меньше, чем
$$\frac{1 - a - b + c + c}{\sqrt{3}} + \frac{1 - a - c + b + b}{\sqrt{3}} + \frac{1 - b - c + a + a}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}.$$

7. *Ответ*: (1; 1), (–1; 1). Рассмотрим данное соотношение как квадратное уравнение относительно x^2, и из условия неотрицательности дискриминанта такого квадратного уравнения сразу с **необходимостью** получим, что $y^2 = 1$.

8. Непосредственным подсчётом углов убежаемся, что $\angle ALP = \frac{\angle ABC}{2}$. Следовательно, около четырёхугольника *ABLP* можно описать окружность, и равенство хорд *AP* и *PL* этой окружности становится очевидным.

9. *Ответ*: $n = 80$. Так как $1\underbrace{22\ldots22}_{n \text{ цифр "2"}}1 = 11 \cdot \underbrace{11\ldots1}_{n+1 \text{ цифра "1"}}$, то необходимо и достаточно, чтобы число $\underbrace{11\ldots1}_{n+1 \text{ цифра "1"}}$ делилось нацело на число 111111111 и при этом частное делилось бы, в свою очередь, на 9. **Репьюнит** (так называют натуральное число, в десятичной записи которого участвуют только лишь единицы) длины *s* кратен **репьюниту** длины *t* тогда и только тогда, когда $s \,\vdots\, t$. Для данной задачи получаем, что $n + 1 = 9m$, $m \in \boldsymbol{N}$. Частное при этом имеет вид $\underbrace{10\ldots010\ldots010\ldots01}_{m \text{ цифр "1"}}$, откуда следует, что $n + 1 \,\vdots\, 81$.

10. *Ответ*: прямые *AB* и *CD* перпендикулярны. Продлим стороны *AB* и *CD* до пересечения в точке *M*. Из подобия треугольников *MBC* и *MDA* находим, что $BM = 4$, $CM = 3$. Указанный выше ответ следует из теоремы, обратной теореме Пифагора.

11. *Ответ*: расставить требуемым образом числа нельзя. Предположим противное и вычислим “магическую” константу для такого куба: ею является число $42 = \frac{1 + 2 + \ldots + 27}{9}$. Рассмотрим одну из граней нашего “магического” куба.

A	**B**	**C**
	D	
E	**F**	**G**

$(A + D + G) + (C + D + E) + (B + D + F) - (A + B + C) - (E + F + G) = 3D$, откуда $D = 14$. Это значит, что в центре любой грани куба должно располагаться число 14, что невозможно.

12. *Ответ*: $\frac{1}{\sqrt{2^{1999}}}$.

Достаточно рассматривать случай $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{1999} \in (0; \frac{\pi}{2})$.

А тогда $(\sin 2\alpha_1 \cdot \sin 2\alpha_2 \cdot \ldots \cdot \sin 2\alpha_{1999} \le 1) \Rightarrow$

$$\Rightarrow (2^{1999}(\sin\alpha_1 \cdot \sin\alpha_2 \cdot \ldots \cdot \sin\alpha_{1999})^2 \le 1) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow (\sin\alpha_1 \cdot \sin\alpha_2 \cdot \ldots \cdot \sin\alpha_{1999} \le \frac{1}{\sqrt{2^{1999}}}).$$

Равенство достигается, если, например, $\alpha_1 = \alpha_2 = \ldots = \alpha_{1999} = \frac{\pi}{4}$.

13. Ответ: единственным действительным корнем данного уравнения является $x = 1$. Тот факт, что других действительных корней нет, вытекает из того, что при $x \ne 1$ выполняются неравенства $f(f(f(x))) \ge f(f(x)) \ge f(x) > x$.

Список литературы, использованной при подготовке задания олимпиады по математике

1. Задачи ленинградских (санкт-петербургских) городских математических олимпиад 1981–1994 г.г. (*ежегодные выпуски*) – Л. (С.-Пб.): Изд-во ЛГУ (СпбГУ), 1981 – 1998.
2. А.А.Корзняков Лучшие задачи математических олимпиад. – Пермь: “Книжный мир”, 1996. – 110 с.
3. К.А.Кноп, И.М.Мительман Четвёртый международный фестиваль юных математиков и физиков. – Одесса: ОдИУУ: Ришельевский лицей, 1995. – 139 с.
4. Соросовская олимпиада школьников Беларуси (1995).
5. XII Team Contest of Lithuania in Mathematics (1997).
6. Одесская областная олимпиада юных математиков (1993).

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ БОЙ
(*группа* “А”)

1. Какое из чисел больше: 48^{25} или 344^{17}?

2. Чему может быть равен наибольший общий делитель чисел $a^2 - ab + b^2$ и $a + b$, если a и b – взаимно простые натуральные числа?

3. Какое наименьшее значение может принимать выражение
$$|x-1| + |x-2| + \ldots + |x-1999|,$$
если x – произвольное число?

4. Какие значения может принимать число x, если выполняются такие соотношения: $\dfrac{a}{b+c} = \dfrac{b}{c+a} = \dfrac{c}{a+b} = x$?

5. Докажите, что для любых чисел a, b, c, d выполняется неравенство
$$(1+ab)^2 + (1+cd)^2 + a^2c^2 + b^2d^2 \geq 1.$$

6. Существует ли натуральное число n, для которого можно найти такие **попарно различные** натуральные числа $a_1, a_2, \ldots, a_n$, что каждое из чисел $n + a_i^2$ $(1 \leq i \leq n)$ являлось бы квадратом целого числа?

7. В треугольнике ABC проведена медиана BM и высота AH. Известно, что $BM = AH$. Найдите величину угла MBC.

8. На стороне AC треугольника ABC выбрана точка X. Докажите, что если окружности, вписанные в треугольники ABX и BCX, касаются друг друга, то точка X лежит на окружности, вписанной в треугольник ABC.

9. На плоскости провели семь попарно различных прямых, и при этом образовалось тринадцать точек пересечения. Известно, что в одиннадцати из них пересекаются ровно по две прямые, через одну точку проходит ровно три прямые и ещё через одну из рассматриваемых точек проходит ровно четыре прямые. Докажите, что среди данных семи прямых можно выбрать две прямые, не имеющие общих точек.

10. В сверхсекретном НИИ *Трудноразрешимых Проблем Сокращённого Умножения* работают 1999 научных сотрудников, причём любые два сотрудника, незнакомые друг с другом, имеют хотя бы одного общего знакомого (в этой задаче знакомство считается “взаимным”: человек A знаком с человеком B тогда и только тогда, когда человек B знаком с человеком A). Какое наименьшее количество **пар** знакомых научных сотрудников может быть в этом НИИ?

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ БОЙ
(*группа* “Б”)

1. На стороне AC треугольника ABC выбрана точка X. Докажите, что если окружности, вписанные в треугольники ABX и BCX, касаются друг друга, то точка X лежит на окружности, вписанной в треугольник ABC.

2. Пусть $a, b, c \geq 0$. Докажите, что выполняется неравенство

$$\frac{1+a}{1+b}+\frac{1+b}{1+c}+\frac{1+c}{1+a} \leq 3+a^2+b^2+c^2.$$

3. Существуют ли такие натуральные числа x и y, что

$$x^3+3=4y(y+1)?$$

4. Натуральные числа a, b, x, y таковы, что число $ax+by$ делится нацело на a^2+b^2. Могут ли при этом числа x^2+y^2 и a^2+b^2 быть взаимно простыми?

5. В группе, состоящей из пятнадцати особо одарённых студентов, преподаватели решили создать двадцать научных кружков таким образом, чтобы каждый кружок посещался ровно тремя студентами, каждый студент участвовал в работе ровно четырёх кружков, а любые два кружка имели бы не более одного общего члена. Смогут ли преподаватели справиться с такой задачей?

6. Пусть a и b – произвольные положительные числа. Докажите, что уравнение

$$\frac{1}{x}+\frac{1}{x-a}+\frac{1}{x+b}=0$$

имеет два действительных корня, причём один из этих корней принадлежит интервалу $\left(\frac{a}{3};\frac{2a}{3}\right)$, а другой – интервалу $\left(-\frac{2b}{3};-\frac{b}{3}\right)$.

7. Найдите все функции f: $\mathbf{Q} \to \mathbf{Q}$, для которых при всех $x, y \in \mathbf{Q}$ выполняется равенство $f(x+y)+f(x-y)=2f(x)+2f(y)$.

8. В выпуклом шестиугольнике соединили отрезками середины соседних сторон. Докажите, что площадь получившегося при этом нового шестиугольника больше половины площади исходного шестиугольника.

9. В каждой из клеток таблицы размера 1999 × 1999 записано натуральное число, причём известно, что суммы любых 1999 чисел, никакие два из которых не находятся в одной строке или в одном столбце, одинаковы. Докажите, что такую таблицу можно получить

из таблицы, заполненной нулями, используя лишь операцию увеличения на единицу всех чисел в некотором столбце или в некоторой строке таблицы.

10. Пусть $k > 1$ – произвольное фиксированное натуральное число, $\alpha = k+\sqrt{k^2-1}$. Докажите, что при всех $n\in\boldsymbol{N}$ выполняется соотношение $\left[\alpha^{2n}\right] = \left[\alpha^{n}\right]^2 + 2\left[\alpha^{n}\right] - 2$ ($[\ldots]$ – целая часть числа).

Список литературы, использованной при составлении заданий математического боя

1. И.Ф.Шарыгин Факультативный курс по математике. Решение задач. 10 класс. – М.: “Просвещение”, 1989. – 252 с.
2. И.Ф.Шарыгин, В.И.Голубев Факультативный курс по математике. Решение задач. 11 класс. – М.: “Просвещение”, 1991. – 384 с.
3. Задачи ленинградских (санкт-петербургских) городских математических олимпиад 1981–1994 г.г. (*ежегодные выпуски*) – Л. (С.-Пб.): Изд-во ЛГУ (СпбГУ), 1981 – 1998.
4. В.А.Вишенський, О.Г.Ганюшкін, М.В.Карташов та ін. Українські математичні олімпіади. – К.: “Вища школа”, 1993. – 415 с.
5. Г.Н.Яковлев, Л.П.Купцов, С.В.Резниченко, П.Б.Гусятников Всероссийские математические олимпиады школьников. – М.: “Просвещение”, 1992. – 383 с.
6. А.А.Леман Сборник задач московских математических олимпиад. – М.: “Просвещение”, 1965. – 384 с.
7. Й.Кюршак, Д.Нейкомм, Д.Хайош, Я.Шурани Венгерские математические олимпиады. – М.: “Мир”, 1976. – 543 с.
8. Preliminary Contests for the Selection of the Hong Kong Team for the International Mathematical Olimpiads 1988–1997. – Hong Kong, 1998. – 83 p.
9. Romanian Mathematical Competitions (1998).
10. Nordic Mathematical Contest (1998).
11. Седьмой открытый Всероссийский турнир юных математиков (1996).
12. К.А.Кноп, И.М.Мительман Фестиваль научного творчества школьников. – Одесса: ОдИУУ & Ришельевский лицей, 1992. – 80 с.
13. К.А.Кноп, И.М.Мительман Четвёртый международный фестиваль юных математиков и физиков. – Одесса: ОдИУУ: Ришельевский лицей, 1995. – 139 с.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ БОЙ

Задание по математике

Задачи №№ 1 – 10 предназначены для учащихся, окончивших 8 класс
Задачи №№ 6 – 15 предназначены для учащихся, окончивших 9 и10 кл.

1. Какое наименьшее целое неотрицательное число можно получить путём расстановки перед числами 1, 2, 3, …, 1998, 1999 знаков “ + ” и “ – ” и последующего выполнения указанных арифметических действий?

2. Найдите все **простые** натуральные числа p, для которых число $p^3+p^2+11p+2$ также будет **простым**.

3. Можно ли записать такие два различных **стозначных** натуральных числа, каждое – с помощью 40 единиц, 30 двоек, 20 троек и 10 четвёрок,– чтобы большее из этих чисел делилось нацело на меньшее?

4. В окружности с центром в точке O проведены два взаимно перпендикулярных диаметра AB и CD. Пусть K – такая точка отрезка OB, что $OK : KB = 1:2$, точка M – середина отрезка OD. Докажите, что точка пересечения прямых CK и AM расположена на данной окружности.

5. Какое наименьшее значение может принимать выражение $\left(\frac{1}{a}-1\right)\left(\frac{1}{b}-1\right)\left(\frac{1}{c}-1\right)$, если a, b, c – положительные числа, сумма которых равна единице.

6. Можно ли на **бесконечной во все стороны** шахматной доске расположить **бесконечное** количество ферзей так, чтобы каждый из них находился под “**прямым**” боем **ровно шести** других ферзей?

7. Разложите на множители выражение

$$4(x^2z+y^2x+z^2y)-2(xz^2+zy^2+yx^2)-7xyz$$

(каждый из множителей должен являться отличным от константы многочленом).

8. Существует ли такой выпуклый пятиугольник, у которого каждая диагональ равна какой-то из его же сторон?

9. Найдите все пары натуральных чисел x и y, для которых числа x^2+3y и y^2+3x являются квадратами натуральных чисел.

10. В n-значном натуральном числе каждую пару соседних цифр заменяют модулем их разности, с получившимся (n–1)-значным числом проделывают ту же операцию и т.д. Существует ли такое натуральное число, из которого 1000-кратным повторением описанной операции можно получить число 1999 ?

11. Докажите, что ортогональные проекции основания высоты остроугольного треугольника на стороны, её заключающие, и на две другие высоты, лежат на одной прямой.

12. Докажите, что $\operatorname{tg}\frac{\pi}{9}+\operatorname{tg}\frac{2\pi}{9}+\operatorname{tg}\frac{4\pi}{9}-8\sin\frac{2\pi}{9}=\sqrt{3}.$

13. В параболу $y=ax^2+bx+c$ **вписаны** два выпуклых 1999-угольника $A_1A_2\ldots A_{1999}$ и $B_1B_2\ldots B_{1999}$, причём при всех i, j ($1 \le i < j \le 1999$) длины проекций отрезков A_iA_j и B_iB_j на ось абсцисс совпадают. Докажите, что площади этих многоугольников равны.

14. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} x+\dfrac{x+y}{x^2+y^2}=1, \\ y+\dfrac{x-y}{x^2+y^2}=2. \end{cases}$$

15. Найдите все значения параметра a, при которых неравенство

$$a^2x^2+y^2+z^2 \ge ayz+xy+xz$$

выполняется при всех значениях x, y, z.

Список литературы, использованной при составлении задания по математике для физико-математического боя

1. И.Ф.Шарыгин Факультативный курс по математике. Решение задач. 10 класс. – М.: “Просвещение”, 1989. – 252 с.
2. И.Ф.Шарыгин, В.И.Голубев Факультативный курс по математике. Решение задач. 11 класс. – М.: “Просвещение”, 1991. – 384 с.
3. И.Ф.Шарыгин Геометрия. Задачник для 9–11 классов. – М.: “Дрофа”, 1996. – 400 с.
4. В.А.Вишенський, О.Г.Ганюшкін, М.В.Карташов та ін. Українські математичні олімпіади. – К.: “Вища школа”, 1993. – 415 с.
5. Вторая Соросовская олимпиада школьников России (1995–96).

6. Preliminary Contests for the Selection of the Hong Kong Team for the International Mathematical Olimpiads 1988–1997. – Hong Kong, 1998. – 83 p.
7. К.А.Кноп, И.М.Мительман Фестиваль научного творчества школьников. – Одесса: ОдИУУ: Ришельевский лицей, 1992. – 80 с.
8. К.А.Кноп, И.М.Мительман Третий открытый фестиваль юных математиков и физиков причерноморских стран. – Одесса: ОдИУУ: Ришельевский лицей, 1994. – 100 с.

ФИЗИКА

$E=mc^2$

Материалы научной программы[1]

Тестовая физико-математическая олимпиада

Задание по физике

8 класс

1. Если можно было бы 1% количества теплоты, отдаваемого литром воды при охлаждении на 1^0 С, превратить в механическую энергию, то на какую высоту могла бы подняться за счет этой энергии эта же вода?

а) 420 м; б) 4,2 м; в) 42 м; г) 4200 м; д) 0,42 м

2. В чашке находится 500 г льда при 0^0 С. В чашку вливают 200 г воды, нагретой до температуры 80^0 С. Какова будет установившаяся температура, и что будет находиться в чашке?

а) 100 ^{0}С; б) 10^0С; в) 0^0С; г) 60^0С; д) 5^0С

3. Удельная теплота сгорания пшеничного хлеба 9260000 Дж/кг, а сливочного масла 32690000 Дж/кг. Бутерброд состоит из 100 г хлеба и 20 г масла. На какую высоту мог подняться в гору школьник массой 40 кг за счет энергии бутерброда, если бы всю энергию, заключающуюся в бутерброде, организм мог превратить в мышечную?

а) 680 м; б) 5900 м; в) 24 000 м; г) 4 000 м; д) 580 м.

4. В ядре атома натрия 23 частицы, из них 12 нейтронов (нейтрально заряженных частиц). Сколько в ядре протонов и сколько он содержит электронов?

а) 11 протонов и 23 электрона;
б) 35 протонов и 11 электронов;
в) 11 протонов и 12 электронов;
г) 11 протонов и 11 электронов;
д) 11 протонов и 35 электронов.

---

[1] Материалы раздела подготовлены П.А.Виктором, В.Я.Колебошиным, В.Л.Кулинским, В.Л.Манакиным.

5. На втором этаже потенциальная энергия вязанки дров больше, чем на первом. А что можно сказать об энергии сжигания этих дров?

а) на первом этаже больше; б) на втором этаже больше;
в) на первом и на втором этажах одинакова;

6. Водяная капля с электрическим зарядом $+q$ соединилась с другой каплей, обладающей зарядом $-q$. Образовавшееся капля имеет заряд:

а) $-2q$; б) $-q$; в) 0; г) $+q$; д) $2q$.

7. С помощью кипятильника мощностью 300 Вт не удается довести до кипения воду массой 2,1 кг из-за теплообмена с окружающей средой. Когда температура воды перестает увеличиваться, кипятильник выключают. Насколько понизится температура воды за следующую минуту?

а) на 7^0; б) на 5^0 ; в) на 2^0 ; г) на 1^0 ;
д) правильного ответа здесь нет.

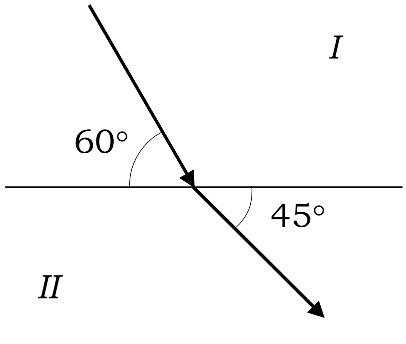
8. На одной лампе написано 120 В, 60 Вт; на другой 36 В, 40 Вт. Какую общую мощность будут потреблять эти лампы, если их соединить последовательно и подключить к сети с напряжением 36 В? Зависимостью сопротивления от накала пренебречь.

а) 4,8 Вт; б) 100Вт; в) 24 Вт; г) 45 Вт;
д) правильного ответа здесь нет.

9. Из колодца глубиной 18 м за 0,5 мин с помощью ворота подняли бадью с глиной массой 36 кг на цепи, каждый метр которой имеет массу 1 кг. При какой средней мощности была совершена эта работа?

а) 270 Вт; б) 360Вт; в) 180 Вт; г) 90 Вт;
д) правильного ответа здесь нет.

10. На рисунке показан ход лучей света на границе раздела двух сред. В какой среде скорость света больше?



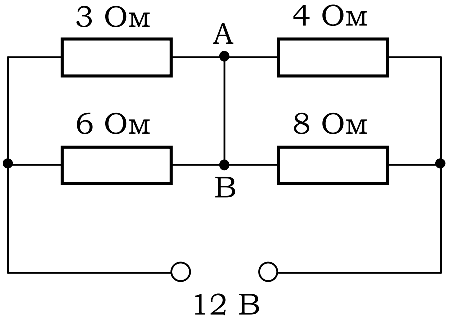
а.) в первой; б) во второй;
в) скорости одинаковы;
г) по ходу лучей сравнить скорости света невозможно;

11. Какой массы алюминиевый груз следует привязать к деревянному бруску массой 5,4 кг, чтобы, будучи погруженными в воду, они находились в ней во взвешенном состоянии? ($\rho_д$ = 500 кг/м^3)

а) 5,4 кг; б) 2,7 кг; в) 1,6 кг; г) 0,8 кг;
д) среди ответов нет правильного.

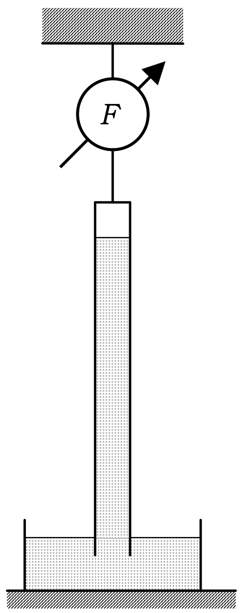
12. Первую половину пути автобус шел со скоростью, в 8 раз большей, чем вторую. Средняя скорость автобуса на всем пути равна 16 км/ч. Определите скорость автобуса на второй половине пути.

а) 2 км/час; б) 18 км/час;
в) 2,25 км/час; г) 4,5 км/час;
д) среди ответов нет правильного.



13. Рассчитайте ток через перемычку AB в схеме, приведенной на рисунке Сопротивление перемычки равно нулю.

а) I = 12А; б) I = 3А; в) I = 0;
г) I = 4А; д) I = 6А.



14. Трубка ртутного барометра подвешена на нити так, что ее нижний открытый конец не касается дна сосуда с ртутью. Показания динамометра F:

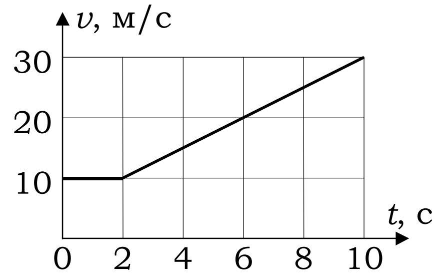
а) прямо пропорциональны атмосферному давлению;
б) линейно (но не прямо пропорционально) зависят от атмосферного давления;
в) пропорциональны квадрату атмосферного давления;
г) не зависят от атмосферного давления;
д) с ростом атмосферного давления уменьшаются.

15. На Земле атмосферное давление нормальное. Какое давление в шахте на глубине 240 м?

а) 440 мм рт. ст.; б) 820 мм рт. ст.; в) 720 мм рт. ст.;
г) 780 мм рт. ст.; д) 740 мм рт. ст.

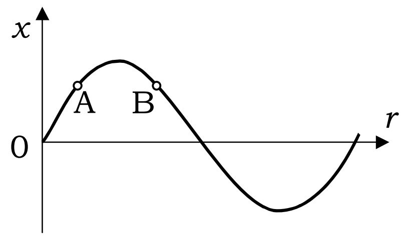
9 класс

1. По графику зависимости скорости от времени (см. рис.) определите ускорение тела через 6 с после начала движения.



а) 5 м/с^2; б) 3 м/с^2; в) 2 м/с^2;
г) 2,5 м/с^2; д) 1,5 м/с^2.

2. Поперечная волна движется вправо (см. рис.). В каком направлении движутся частицы А и В?



а) частица А вверх, а частица В вниз;
б) частица В вверх, а частица А вниз;
в) обе частицы движутся вверх;
г) обе частицы движутся вниз;
д) частицы покоятся.

3. Вес P системы, состоящей из стакана с водой и гири, измеряется в трех случаях:

a. гиря стоит на дне стакана в полностью погруженном состоянии (P_1);
b. гиря подвешена на нити к внешнему штативу и погружена в воду (P_2);
c. подвес оборвался, и гиря начинает тонуть (P_3).

Расставьте показания весов в порядке их убывания.

а) $P_1 = P_2 > P_3$; б) $P_1 > P_3 > P_2$; в) $P_2 > P_1 > P_3$;
г) $P_3 > P_1 > P_2$; д) $P_1 > P_3 = P_2$.

4. Два автомобиля с одинаковыми массами m движутся со скоростями V и $2V$ относительно Земли в одном направлении. Чему равен импульс второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?

а) mV; б) $2mV$; в) $3mV$; г) 0;
д) среди ответов нет правильного.

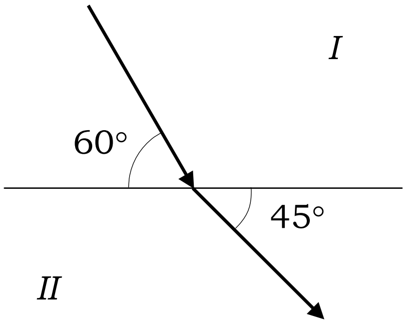
5. В неподвижный шар ударяется вкось (не по линии центров) другой такой же шар. Под каким углом разлетятся шары, если они абсолютно упругие и абсолютно гладкие?

а) 0°; б) 50°; в) 45°; г) 180°; д) 90°.

6. В горизонтальной трубке с сужением течет вода. В ней находится маленький пузырек воздуха. Как изменится его диаметр при прохождении узкой части трубки?

а) не изменится; б) увеличится; в) уменьшится;
г) среди ответов нет правильного.

7. На рисунке показан ход лучей света на границе раздела двух сред. В какой среде скорость света больше?



а) в первой; б) во второй;
в) скорости одинаковы;
г) по ходу лучей сравнить скорости света невозможно.

8. Какая точка колеса, которое катится без проскальзывания по шоссе, имеет максимальную скорость относительно дороги?

а) ось колеса; б) все точки имеют одинаковые скорости;
в) верхняя точка колеса; г) нижняя точка колеса.

9. Человек бросил тело вертикально вверх. Пренебрегая сопротивлением воздуха при движении, проанализируйте правильность нижеприведенных утверждений для этого движения.

а) во всех точках траектории ускорение одинаково;
б) скорость и ускорение меняют знак в верхней точке;
в) движение вниз и вверх занимают одинаковое время;
г) ежесекундно ускорение тела изменяется на одинаковую величину;
д) время движения вверх больше, чем время движения вниз.

10. Изменяется ли со временем прикладываемая сила к свободному телу, если во время прямолинейного движения скорость была такой:

а) $V = const$; б) $V = a \cdot t$; в) $V = c \cdot t^2$; г) $V = d \cdot \sqrt{t}$;.

11. Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы перевернуть на другую грань однородный куб массой 3 т с длиной ребра 1 м?

а) 30 кДж; б) 6,2 кДж;
в) 42 кДж; г) 15 кДж;
д) правильного ответа здесь нет.

12. С помощью кипятильника мощностью 300 Вт не удается довести до кипения воду массой 2,1 кг из-за теплообмена с окружающей средой. Когда температура воды перестает увеличиваться, кипятильник выключают. Насколько понизится температура воды за следующую минуту?

а) на 7°; б) на 5°; в) на 2°; г) на 1°;
д) правильного ответа здесь нет.

13. На экране с помощью собирающей линзы получено увеличенное в 2 раза изображение предмета. Оптическая сила линзы 5 дптр. Каково расстояние от предмета до экрана?

а) 20 см; б) 40 см; в) 60 см; г) 90 см;
д) правильного ответа здесь нет.

14. На одной лампе написано 120 В, 60 Вт; на другой 36 В, 40 Вт. Какую общую мощность будут потреблять эти лампы, если их соединить последовательно и подключить к сети с напряжением 36 В? Зависимостью сопротивлений ламп от накала пренебречь.

а) 4,8 Вт; б) 100 Вт; в) 24 Вт; г) 45 Вт;
д) правильного ответа здесь нет.

15. Велосипедист массой 40 кг проезжает со скоростью 36 км/час середину подвесного мостика. Мостик под велосипедистом прогнулся по дуге радиуса 20 м. Определите силу давления велосипедиста на мостик.

а) 1200Н; б) 300; в) 4,5 кН;
г) 600 Н; д) 1750 Н.

10 класс

1. На стеклянную призму (см. рис.) падает пучок света, состоящий из синего (С) и зеленого (З) цветов. На каком рисунке правильно представлен ход лучей?

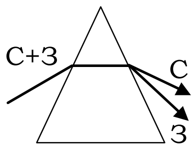


Рис. 1

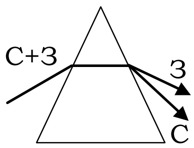


Рис. 2

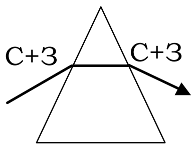


Рис. 3

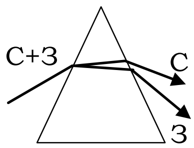


Рис. 4

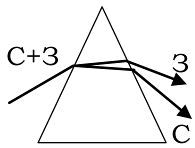
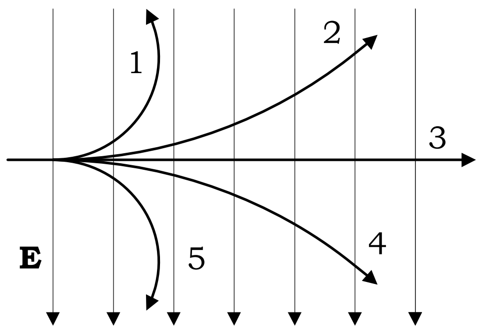


Рис. 5

а) рис.1; б) рис. 2; в) рис. 3; г) рис. 4; д) рис. 5.

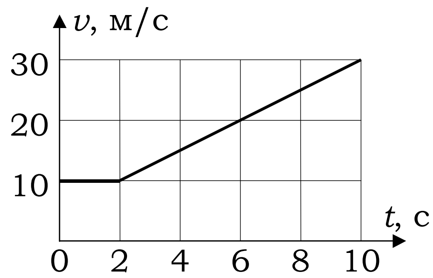
2. По какой траектории будет двигаться электрон, влетевший в однородное электрическое поле (см. рис)?

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5.



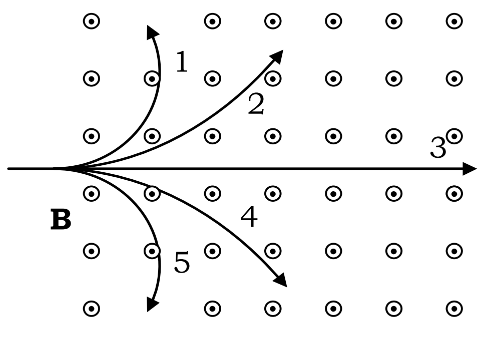
3. По графику зависимости скорости от времени (см. рис.) определите ускорение тела через 6 с после начала движения.

а) 5 м/с^2; б) 3 м/с^2; в) 2 м/с^2;
г) 2,5 м/с^2; д) 1,5 м/с^2.



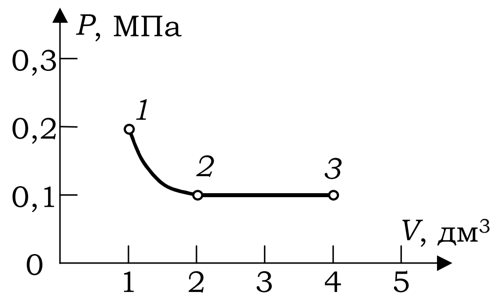
4. В однородное магнитное поле (см. рис) влетели ядра изотопов ${}^{3}_{1}\text{H}$ и ${}^{3}_{2}\text{He}$. По какой из предложенных траекторий может лететь ядро изотопа ${}^{3}_{1}\text{H}$?

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5.



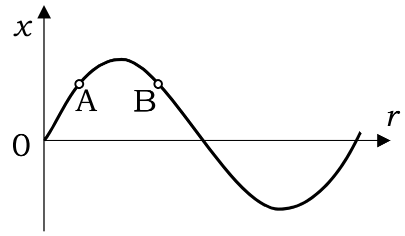
5. По графику (см. рис.) определите, какой стала температура постоянной массы газа в состоянии 3, если в состоянии 1 она равнялась 300К.

а) 300 К; б) 600 К;
в) 900 К; г) 1200 К;
д) 150 К.



6. Поперечная волна движется вправо (см. рис.). В каком направлении движутся частицы А и В?

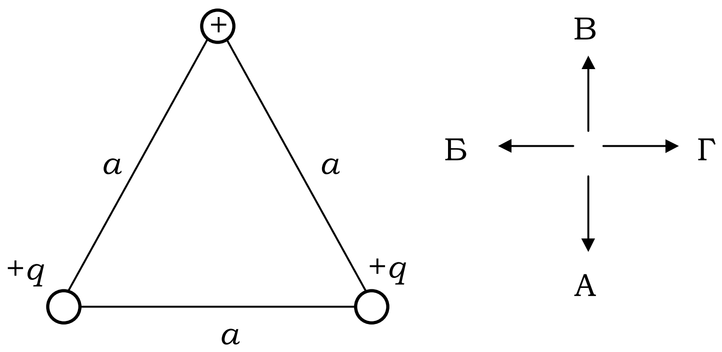
а) частица А вверх, а частица В вниз;
б) частица В вверх, а частица А вниз;
в) обе частицы движутся вверх;
г) обе частицы движутся вниз;
д) частицы покоятся.



7. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 2 раза?

а) увеличится в 2 раза; б) уменьшится в 2 раза;
в) увеличится в 4 раза; г) уменьшится в 4раза;
д) останется неизменной.

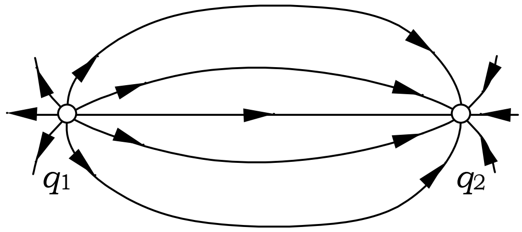
8. Определите, куда направлена кулоновская сила F, действующая на положительный точечный заряд, помещенный в вершину равностороннего треугольника, в других вершинах которого находятся заряды $+q$, $+q$ (см. рис.).



а) А; б) Б; в) В; г) Г; д) нет правильного ответа.

9. Глядя на картину силовых линий электрического поля (см. рис.), выберите правильное утверждение:

а) $q_1 > 0$, $q_2 < 0$;
б) $q_1 > 0$, $q_2 > 0$;
в) $q_1 < 0$, $q_2 < 0$;
г) $q_1 < 0$, $q_2 > 0$;
д) $q_1 = q_2$.



10. Какова разность потенциалов двух точек электрического поля, если для перемещения заряда $3{\cdot}10^{-6}$ Кл между этими точками совершена работа $7{,}5{\cdot}10^{-4}$ Дж ?

а) 750В; б) 500В; в) 250В; г) 100В; д) 150В.

11. Как изменится электроемкость плоского воздушного конденсатора при уменьшении в 2 раза площади его пластин и введении между обкладками диэлектрика с диэлектрической проницаемостью, равной 2, если расстояние между пластинами не меняется?

а) увеличится в 2 раза; б) увеличится в 4 раза;
в) не изменится; г) уменьшится в 2 раза;
д) уменьшится в 4 раза.

12. На одной пластине конденсатора электрический заряд +2 мкКл, на другой заряд –2 мкКл. Определите напряжение между пластинами конденсатора, если его электроемкость 4 мкФ:

а) 0В; б) 0,25В; в) 0,5В; г) 2В; д) 4В.

3. Вес P системы, состоящей из стакана с водой и гири, измеряется в трех случаях:

a. гиря стоит на дне стакана в полностью погруженном состоянии (P_1);
b. гиря подвешена на нити к внешнему штативу и погружена в воду (P_2);
c. подвес оборвался, и гиря начинает тонуть (P_3).

Расставьте показания весов в порядке их убывания.

а) $P_1 = P_2 > P_3$; б) $P_1 > P_3 > P_2$; в) $P_2 > P_1 > P_3$;
г) $P_3 > P_1 > P_2$; д) $P_1 > P_3 = P_2$.

14. При погружении в жидкость стеклянной капиллярной трубки уровень жидкости в ней поднялся на 8 мм. Чему будет равна высота подъема в этом капилляре смачивающей жидкости с такой же плотностью, но имеющей в 2 раза большее значение коэффициента поверхностного натяжения?

а) 2 мм; б) 4 мм; в) 8 мм; г) 16 мм; д) 32 мм.

15. Два автомобиля с одинаковыми массами m движутся со скоростями V и $2V$ относительно Земли в одном направлении. Чему равен импульс второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?

а) mV; б) $2mV$; в) $3mV$; г) 0;
д) среди ответов нет правильного.

Ответы

8 класс

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
б	в	г	г	в	в	в	а	а	б	д	д	в	б	г

9 класс

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
г	б	д	а	д	б	б	в	а,в	в,г	б	в	г	а	г

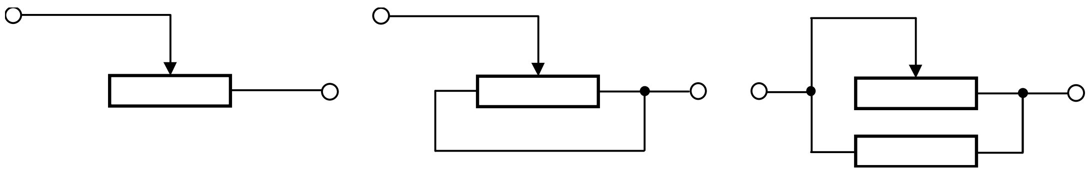
10 класс

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
д	б	г	г	б	б	г	в	а	в	в	в	д	г	а

Олимпиада по физике для 8 класса

Задача 1

Для каждой из трех схем включения реостата, имеющего сопротивление R, построить график зависимости сопротивления цепи R_i от сопротивления r правой части реостата.



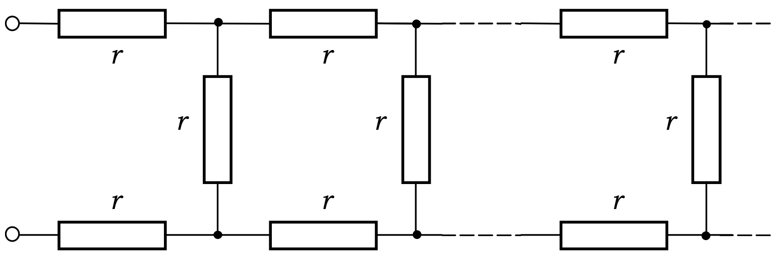
Задача 2

Определить электрическое сопротивление следующих проволочных сеток:

1) каркаса в виде квадрата, середины противоположных сторон которого соединены между собой и в центре спаяны. Каркас включен в цепь диагональными вершинами.
2) шестиугольника, в котором одна из точек соединена со всеми остальными точками (всего, т.о. 9 проводников), включенного в цепь диагональными вершинами, причем одна из вершин – точка, где сходятся диагонали.

Задача 3

Цепь составлена из бесконечного числа ячеек, состоящих из трех одинаковых сопротивлений r. Найти сопротивление этой цепи.



Задача 4

Имеются два сопротивления. Если к вольтметру подключить одно из них, то цена его деления увеличится в n_1 раз, если подключить второе, то она увеличится в n_2 раз. Как изменится цена деления вольтметра, если эти сопротивления использовать одновременно, соединив их между собой: а) последовательно; б) параллельно?

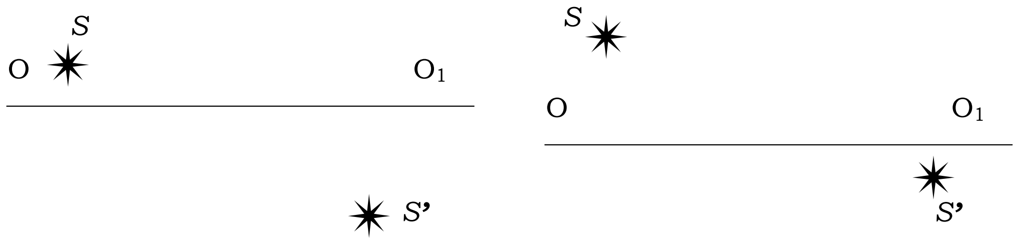
Задача 5

Миллиамперметр имеет сопротивление 25 Ом, рассчитан на предельный ток 50 мА и снабжен шунтом на 10 А. Какую мощность рассеивает прибор, если он показывает силу тока 8 А?

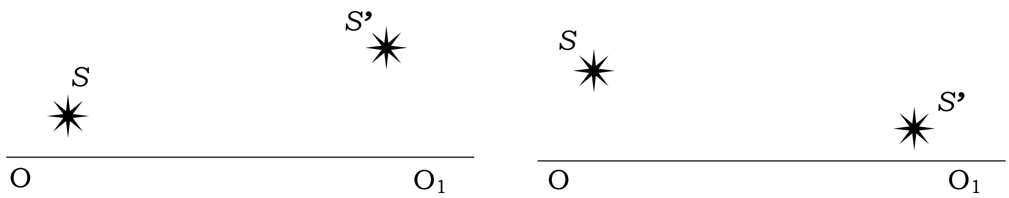
Задача 6

Даны положения главной оптической оси OO_1 линзы, светящейся точки S и ее изображения S\`. Найти графическим построением положение оптического центра линзы и ее фокусов. Какая была использована линза: собирающая или рассеивающая? Какое изображение получилось при этом: действительное или мнимое?

1) Точки S и S\` расположены по обе стороны оси OO_1 на разных расстояниях от оси и на некотором расстоянии друг от друга.



2) Точки S и S\` расположены по одну сторону оси OO_1 на разных расстояниях от нее и на некотором расстоянии друг от друга (рассмотреть возможные варианты).



Задача 7

Найти среднюю скорость поезда, если на прохождение отдельных участков, длины которых относятся как 1:3:4:2, необходимо было потратить время в отношении 2:4:3:1 и на последнем участке скорость равнялась 80 км/ч.

Задача 8

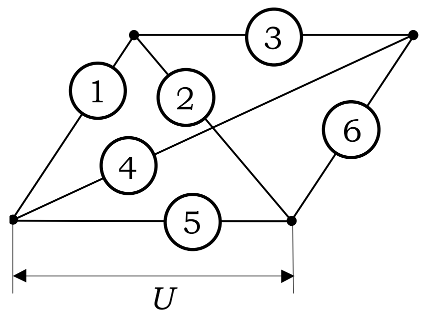
Бревно длиной 12 м можно уравновесить в горизонтальном положении на подставке, отстоящей на 3 м от его толстого конца. Если же подставка находится в 6 м от толстого конца и на тонкий конец сядет рабочий массой 60 кг, бревно будет снова в равновесии. Определить массу бревна.

Задача 9

С плавучей платформы поднимают на тросе батискаф объёмом $V=4$ м^3. Площадь горизонтального сечения платформы на уровне поверхности воды $S=100$ м^2. Насколько погрузится платформа при полном выходе батискафа из воды?

Задача 10

Шесть одинаковых вольтметров соединены между собой и подсоединены к источнику постоянного напряжения. Один из вольтметров показывает при этом напряжение U = 10 В. Каковы показания остальных вольтметров?



Олимпиада по физике для 9 класса

Задача 1

На горизонтальную ленту транспортера, движущуюся по прямой со скоростью V, падает с высоты H кирпич массой m. Кирпич остается на ленте, скорость движения ленты не меняется. Определите количество выделившегося тепла.

Задача 2

Мешок с песком съезжает с доски длиной L, установленной под углом α к горизонту, и попадает на горизонтальную поверхность. Найдите путь S, пройденный мешком по горизонтальной поверхности, если коэффициент трения между мешком и всеми поверхностями равен μ.

Задача 3

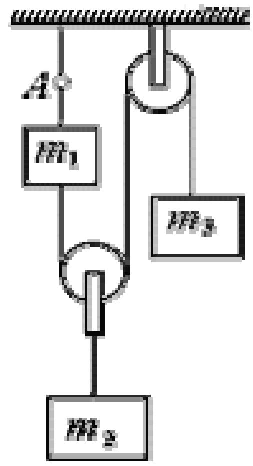
Космический корабль имеет вид цилиндра радиусом R = 1 км, вращающегося с постоянной угловой скоростью ω = 0,1 с$^{-1}$ вокруг своей оси. Пушка, стоящая на внутренней поверхности цилиндра, стреляет вертикально "вверх" (к оси цилиндра), начальная скорость снаряда v_0 = 200 м/с. В какую сторону отклонится снаряд от вертикали? Под каким углом к вертикали нужно стрелять, чтобы снаряд попал в ось цилиндра?

Задача 4

Резиновый шнур с пренебрежимо малой массой подвешен за верхний конец. Шнур продет сквозь массивную шайбу, которая в начальный момент закреплена в верхней точке шнура. Если шайбу освободить, то она начнет скользить вдоль шнура, причем сила трения будет постоянной и равной F. Коэффициент упругости шнура равен k, длина нерастянутого шнура l. Какое количество теплоты выделится при соскальзывании шайбы?

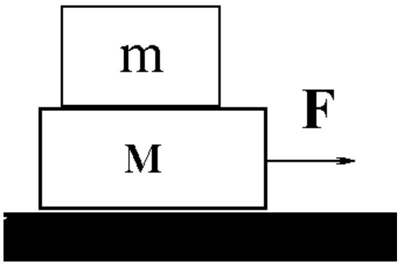
Задача 5

Найдите ускорения всех тел в системе после обрыва нити в точке A (см. рисунок).



Задача 6

Систему из двух брусков $M = 1$кг, $m = 0,5$ кг тянут по полу, прикладывая горизонтальную силу $\mathbf{F}$. Коэффициент трения скольжения между



бруском M и полом μ_1=0,50. Коэффициент трения между двумя брусками μ_2=0,75. С какой минимальной силой $\mathbf{F}_{min}$ надо потянуть нижний брусок, чтобы верхний с него соскользнул?

Задача 7

Шарик, наполненный водородом, привязан к полу вагона. Вагон движется с постоянной скоростью $v = 100$ км/ч по окружности радиусом $R = 2,3$ км. На какой угол и в какую сторону от вертикали отклоняется нитка, к которой привязан шарик?

Задача 8

Тело, свободно падая с некоторой высоты, последние 196 м пролетело за 4 с. Сколько времени падало тело? Чему равна начальная высота?

Задача 9

Два спутника движутся вокруг Земли по круговым орбитам, лежащим в одной плоскости, со скоростями 7,8 км/с и 7,6 км/с. Определите минимальное расстояние между спутниками и промежуток времени, через который они вновь будут находиться на таком же расстоянии?

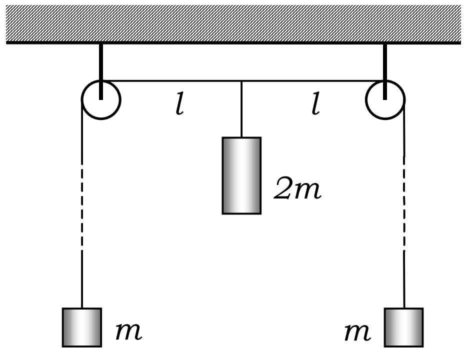
Задача 10

В открытый цилиндрический сосуд налиты ртуть и вода в равных по массе количествах. Общая высота двух слоев жидкостей 29,2 см. Определите давление на дно сосуда. Плотность ртути 13600 кг/м^3

Олимпиада по физике для 10 класса

Задача 1

Через два неподвижных блока, находящихся на расстоянии $2l$ друг от друга, перекинута достаточно длинная невесомая нить, к концам которой подвешены грузы с массами m. К середине нити между блоками подвешен груз массой $2m$. Найти скорости грузов по истечении достаточно большого промежутка времени.



Задача 2

Мешок с песком съезжает с доски длиной L, установленной под углом α к горизонту, и попадает на горизонтальную поверхность. Найдите путь S, пройденный мешком по горизонтальной поверхности, если коэффициент трения между мешком и всеми поверхностями равен μ.

Задача 3

Три тонкие линзы сделаны так, что сложенные вместе могут образовывать плоскопараллельную пластинку. Известно, что фокусное расстояние линз *1* и *2*, сложенных вместе, равно $F_{12}<0$, а линз *2* и *3*, сложенных вместе, равно $F_{23}<0$. Определите фокусные расстояния всех трех линз по отдельности и укажите, какие из них положительные.

Задача 4

Известно, что мокрые стекла «слипаются» друг с другом: разделить их, да и то с трудом, можно только сдвигая стекла относительно друг друга. Капля воды массой 0,1 г введена между стеклами, находящимися на расстоянии 10^{-4} см друг от друга. Мокрое пятно имеет круглую форму. Вода полностью смачивает стекла. Какую силу нужно приложить к стеклам перпендикулярно к их плоскости, чтобы оторвать их друг от друга? Коэффициент поверхностного натяжения воды 0,076 Н/м.

Задача 5

В сосуд с водой опускают стеклянный капилляр радиусом R = 0,1 мм (см. рис. «а»). Температурный ход коэффициента поверхностного натяжения показан на рис. «б». В каком диапазоне температур вся вода вытечет из сосуда? Для вычислений принять h = 14,1 см, H = 15 см.

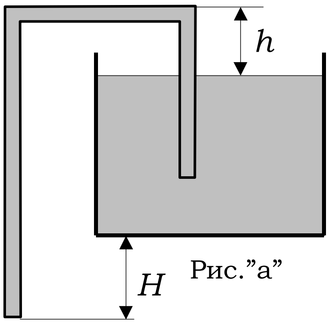


Рис."а"

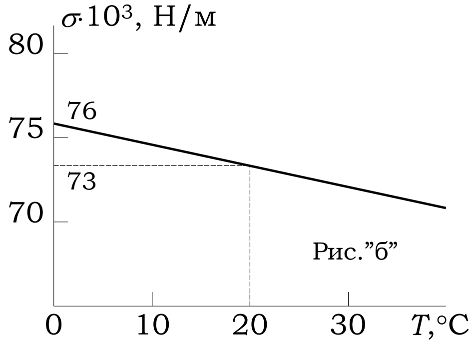


Рис."б"

Задача 6

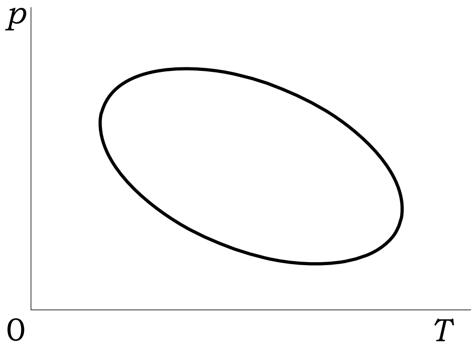
Из крана вытекает вниз вертикальная струя воды. Вам предоставлена возможность наблюдать отрезок струи длиной 3 см, и вы заметили, что на этом протяжении диаметр струи уменьшается от 3 до 2 мм. За какое время наполнится водой стакан объемом 200 см^3? Коэффициент поверхностного натяжения воды 0,076 Н/м.

Задача 7

В ртутном барометре с цилиндрической барометрической трубкой расстояние от уровня ртути в чашке до запаянного конца трубки равно L мм. В трубку при давлении H_1 мм рт. ст. и температуре T_1 попал пузырек воздуха, из-за чего длина ртутного столба уменьшилась и стала равной h_1 мм. Найдите выражение для поправки p, прибавляя которую к показанию h барометра, можно было бы пользоваться последним при любых температурах и любых высотах ртутного столба.

Задача 8

Зависимость давления от температуры в некотором процессе, который происходил с постоянным объемом газа, представлена на рисунке. Указать, в каких точках диаграммы масса газа, заключенного в сосуде, максимальна и минимальна.

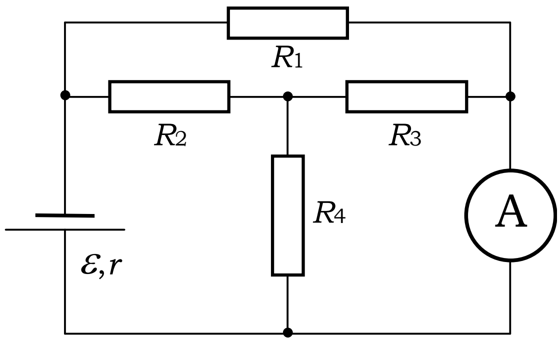


Задача 9

По сфере радиусом R, составленной из двух полусфер, равномерно распределен заряд q. Определите давление изнутри на поверхность сферы, обусловленное взаимодействием зарядов. С какой силой необходимо действовать на каждую полусферу, чтобы они не расходились? Какой заряд нужно поместить в центре сферы, чтобы она находилась в равновесии?

Задача 10

Определите ток через амперметр с внутренним сопротивлением, равным нулю, в схеме, приведенной на рисунке. Величины сопротивлений таковы: $R_1 = R_3 = 30$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_4 = 15$ Ом, внутреннее сопротивление батареи $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 180$ В.



Указания к решению задач олимпиады по физике

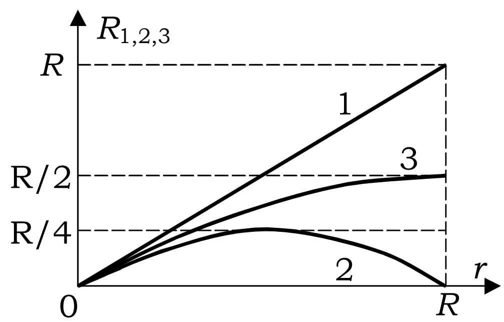
8 класс

Задача 1

1) $R_1 = r$

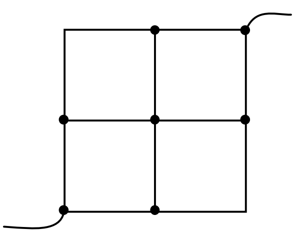
2) $R_2 = \dfrac{r \cdot (R - r)}{R} = r \cdot \left(1 - \dfrac{r}{R}\right)$

3) $R_3 = \dfrac{rR}{r + R} = \dfrac{R}{1 + R/r}$

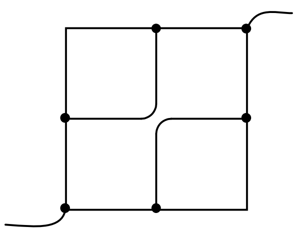


Задача 2

1)



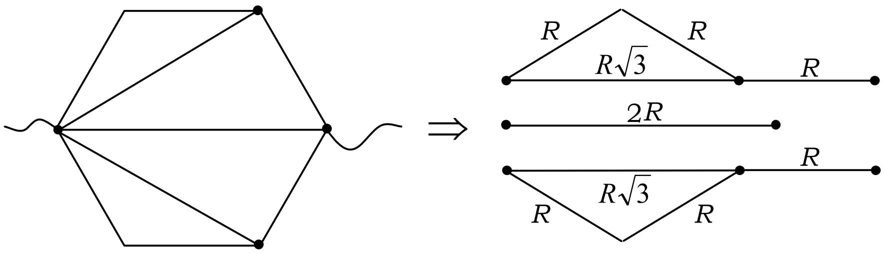
$\Rightarrow$



$\Rightarrow$ $R_x = 1{,}5 \cdot R$,

где – сопротивление стороны маленького квадратика.

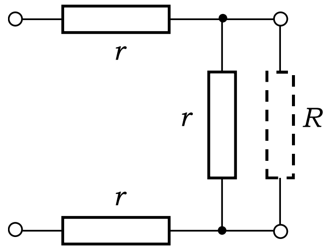
2)



Вычисляя сопротивление трех параллельно соединенных участков, получаем:

$$R_x = \frac{2R\cdot\left(3\sqrt{3}+2\right)}{7\sqrt{3}+10}\quad .$$

Задача 3



Пусть сопротивление всей цепочки *R*. Добавим слева одно звено, изображенное нарисунке. Поскольку цепочка бесконечная, добавление одного такого звена не изменит общего сопротивления, т.е.

$$\frac{Rr}{R+r}+2r=R\text{ , откуда }\quad R=r\cdot\left(1+\sqrt{3}\right).$$

Задача 4

Пусть внутреннее сопротивление вольтметра *R*, и к нему подключали сопротивления R_1 и R_2. Тогда $R_1=(n_1-1)R$, $R_2=(n_2-1)R$, $R_{посл}=R(n_1+n_2-2)$, $R_{пар}=\dfrac{R(n_1-1)(n_2-1)}{n_1+n_2-1}$.

С другой стороны, $R_{посл}=(n_{посл}-1)R$, $\quad R_{пар}=\left(n_{пар}-1\right)R$, откуда

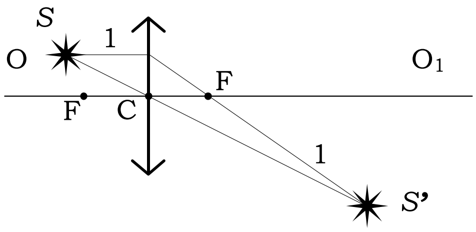
$$n_{посл}=n_1+n_2-1,\qquad n_{пар}=\frac{n_1n_2-1}{n_1+n_2-2}.$$

Задача 5

Поскольку на шунте и на миллиамперметре напряжения одинаковы, то $IR=I_2R_ш$, откуда $R_ш=IR/I_2$. Общее сопротивление миллиамперметра с шунтом $R_{общ}=RR_ш/(R+R_ш)=RI/(I_2+I)$; тогда рассеиваемая мощность

$$P=I_1^2R_{общ}=\frac{I_1^2RI}{I_2+I}=8\text{ Вт}.$$

Задача 6



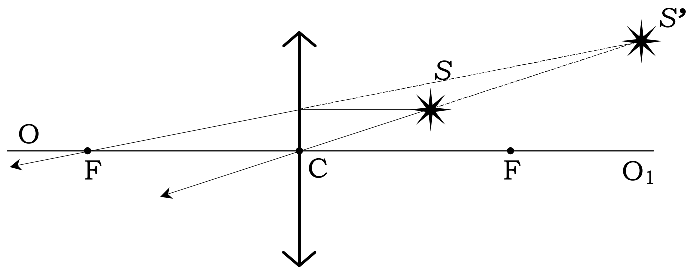
Случай 1а.

Прямая SS′ – побочная оптическая ось. Точка С – оптический центр. Плоскость, проходящая через оптический центр перпендикулярно главной оптической оси – это плоскость линзы. Проводим луч 1 из точки параллельно главной оптической оси. После преломления в линзе он одет в точку S′ , пересекая главную оптическую ось в фокусе. Второй фокус расположен симметрично относительно линзы. Из построения видно, что линза собирающая, изображение действительное увеличенное.

Случай 1б отличается только тем, что полученное изображение уменьшенное.

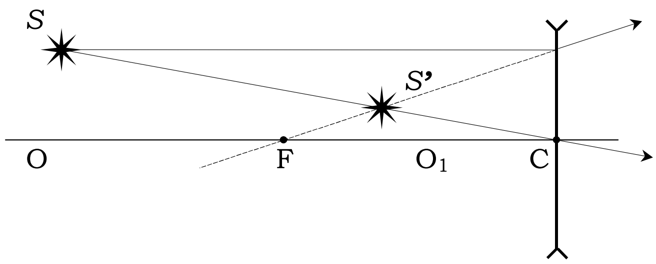
Случай 2а.

Как видно из чертежа, линза собирающая, изображение мнимое увеличенное.



Случай 2б.

Как видно из чертежа, линза рассеивающая, изображение мнимое уменьшенное.



Задача 7

Обозначим длину первого участка l, а время прохождения последнего участка t. Тогда весь пройденный путь составляет $L = l + 3l + 4l + 2l = 10l$, а все затраченное время $T = 2t + 4t + 3t + t = 10t$.

Средняя скорость $\upsilon_{cp} = L/T = l/t$. Но по условию $2l/t = 80\,\text{км/ч}$, откуда $\upsilon_{cp} = 40\,\text{км/ч}$.

Задача 8

Из первого предложения условия ясно, что центр тяжести бревна находится на расстоянии $l_1 = 3$ м от толстого конца. Во втором случае по правилу моментов

$Mg\left(\frac{l}{2}-l_1\right)=mg\frac{l}{2}$, где M – масса бревна, m – масса рабочего.

Отсюда $M=\frac{m\cdot l/2}{l/2-l_1}=120\,\text{кг}$.

Задача 9

Так как суммарный вес батискафа и платформы не меняется, то остается прежней и суммарная выталкивающая сила, а, следовательно, не меняется суммарный объем вытесненной воды. Поэтому глубина погружения платформы $h=V/S=0{,}04\,\text{м}$.

Задача 10

Если напряжение 10 В показывает 5-й вольтметр, то $U_3 = 0$, а $U_4 = U_6 = U_5/2 = U_1 = U_2 = 5$ В. Если 10 В показывает 1-й, 2-й, 4-й или 6-й вольтметр, то $U_1 = U_2 = U_4 = U_6 = 10$ В, $U_5 = 20$ В, $U_3 = 0$.

9 класс

Задача 1

В системе отсчета, связанной с транспортером, механизм, вращающий транспортер, работы не совершает. Следовательно, количество выделившейся теплоты равно взятому с обратным знаком изменению энергии кирпича:

$$Q=\frac{mV^2}{2}+mgH.$$

Задача 2

Мешок будет съезжать, если $\mathrm{tg}\alpha>\mu$, при этом ускорение мешка $a=g(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)$, а скорость перед ударом о горизонтальную плоскость $\upsilon=\sqrt{2aL}=\sqrt{2gL(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)}$. Проекции скорости перед ударом на горизонтальную (перпендикулярную линии пересечения наклонной и горизонтальной плоскостей) и вертикальную оси, соответственно, $\upsilon_x=\upsilon\cos\alpha$, $\upsilon_y=-\upsilon\sin\alpha$. Пусть при ударе, продолжительность которого Δt, средняя сила нормального давления со стороны горизонтальной плоскости на мешок равна N. Тогда средняя сила трения равна μN. Тогда, пользуясь вторым законом Ньютона в импульсной форме и обозначив штрихом скорость мешка сразу после удара, можно записать:

$$\begin{cases} m(0-\upsilon_y)=N\cdot\Delta t \\ m(\upsilon'_x-\upsilon_x)=-\mu N\cdot\Delta t \end{cases}, \text{ откуда}$$

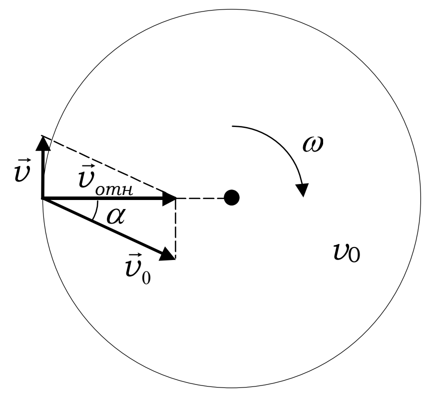
$$\upsilon'_x=\upsilon_x+\mu\upsilon_y=\sqrt{2gL(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)}(\cos\alpha-\mu\sin\alpha).$$

При этом ясно, что если $\cos\alpha\le\mu\sin\alpha$, т.е. если $\mathrm{ctg}\,\alpha\le\mu$, то мешок остановится на границе наклонной и горизонтальной плоскостей. В противном случае мешок пройдет путь

$$S=\frac{\upsilon'^2_x}{2\mu g}=\frac{L(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)(\cos\alpha-\mu\sin\alpha)^2}{\mu}.$$

Задача 3

Линейная скорость пушки $\upsilon=\omega R=100$ м/с, скорость снаряда относительно оси $\vec{\upsilon}_{отн}=\vec{\upsilon}+\vec{\upsilon}_0$. Для того, чтобы снаряд попал в ось, нужно выстрелить так, чтобы $\vec{\upsilon}_{отн}$ была вертикальна. Как видно из рисунка, угол к оси, под которым необходимо стрелять, определяется условием $\sin\alpha=\upsilon/\upsilon_0=1/2$, откуда $\alpha=30°$.



Задача 4

Количество выделившейся теплоты равно убыли полной механической энергии системы. Вначале полная механическая энергия равна нулю (шайба неподвижна, потенциальную энергию в поле тяготения принимаем равной нулю, потенциальная энергия нерастянутого резинового шнура равна нулю). Когда шайба достигает нижнего конца шнура, полная механическая энергия равна

$$E'=\frac{k\cdot\Delta l^2}{2}-mg(l+\Delta l)+\frac{m\upsilon^2}{2}.$$

Но по теореме о кинетической энергии ее изменение равно суммарной работе сил тяжести и трения:

$\frac{m\upsilon^2}{2}=mg(l+\Delta l)-F(l+\Delta l)$, к тому же по закону Гука $\Delta l=F/k$.

Учитывая это, получим $Q=0-E'=F\left(l+\frac{F}{2k}\right)$.

Задача 5

До обрыва нити, обозначив ускорения тел a_1, a_2, a_3, имеем:

$$\begin{cases} m_3 g - T = m_3 a_3 \\ m_2 g - 2T = -m_2 \dfrac{a_3}{2}, \\ m_1 g + T - T_A = 0 \end{cases} \qquad \text{откуда} \qquad \begin{array}{l} a_3 = \dfrac{2(2m_3 - m_2)g}{4m_3 + m_2} \\ a_2 = -\dfrac{a_3}{2} = \dfrac{(m_2 - 2m_3)g}{4m_3 + m_2} \\ T = \dfrac{3m_2 m_3 g}{m_2 + 4m_3} \end{array} ;$$

После обрыва $T_A = 0$, откуда

$$m_1 g + T = m_1 a_1, \qquad \Rightarrow \qquad a_1 = g\left(1 + \frac{3m_2 m_3}{m_1(m_2 + 4m_3)}\right) \quad ;$$

В силу наличия m_1 в первый момент a_2 и a_3 не меняются.

Задача 6

Верхний брусок соскользнет, если его ускорение будет меньше ускорения нижнего (при $F = F_{мин}$ они равны). Записывая уравнения второго закона Ньютона для верхнего и нижнего брусков, получим $a_{верх} = \mu_2 g$, $a_{нижн} = F - \mu_1(m+M)g - \mu_2 mg$, откуда

$$F_{мин} = (m+M)(\mu_1 + \mu_2)g = 18{,}7\ \text{Н} \quad .$$

Задача 7

Как известно, в ускоренно движущейся системе отсчета вес $\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a})$, и направление вектора $\vec{P}$ – это направление нити отвеса. Шарик с водородом – это "антиотвес". В нашем случае $a = v^2/R$ и направлено к центру окружности. Следовательно, шарик отклонится *к центру*, причем

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{a}{g} = \frac{v^2}{gR} = 0{,}034 \ ; \qquad \alpha = 1{,}9^\circ \ .$$

Задача 8

Обозначим время падения тела через t, $\tau = 4$ с, t_0 - момент, когда прошла половина интервала τ и $h = 196$ м.

Для последних τ секунд $v_{ср} = h/\tau = v(t_0)$. С другой стороны, $v(t_0) = g(t - \tau/2) \Rightarrow h/\tau = g(t - \tau/2)$, откуда

$$t = \frac{h}{g\tau} + \frac{\tau}{2} = 7\ \text{с}, \qquad \text{начальная высота} \qquad H = \frac{gt^2}{2} = 240\ \text{м}$$

(принято $g = 9{,}8$ м/с^2).

Задача 9

Для круговых орбит

$$\frac{\upsilon^2}{R+h}=G\frac{M}{(R+h)^2}\text{, откуда } h_1=\frac{GM}{\upsilon_1^2}-R\text{, } h_2=\frac{GM}{\upsilon_2^2}-R\ .$$

Минимальное расстояние между спутниками

$$r_{\min}=h_2-h_1=GM\left(\frac{1}{\upsilon_2^2}-\frac{1}{\upsilon_1^2}\right)=350\text{ км}\ .$$

Оно вновь будет достигнуто тогда, когда один из спутников сделает на один оборот больше, чем другой, т.е. $(\omega_1-\omega_2)t=2\pi$, откуда

$$t=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}=\frac{2\pi}{\dfrac{\upsilon_1}{R+h_1}-\dfrac{\upsilon_2}{R+h_2}}=\frac{2\pi GM}{\upsilon_1^3-\upsilon_2^3}=70700\text{ с}\ .$$

Задача 10

Давление на дно сосуда $p=\rho_1 gh_1+\rho_2 gh_2$, где ρ_1,ρ_2,h_1,h_2 – плотности и высоты слоев воды и ртути, соответственно. Общая высота двух слоев $h_1+h_2=h$, а равенство масс жидкостей означает, что $\rho_1 h_1=\rho_2 h_2$. Находя из двух последних соотношений высоты слоев, получим

$$h_1=h\frac{\rho_2}{\rho_1+\rho_2}\text{ , } h_2=h\frac{\rho_1}{\rho_1+\rho_2}\text{ , откуда } p=\frac{2\rho_1\rho_2 gh}{\rho_1+\rho_2}=5440\text{ Па}\ .$$

10 класс

Задача 1

По прошествии достаточно большого промежутка времени нити, идущие к среднему грузу, можно считать практически вертикальными. Если пренебречь размерами блоков, то когда крайние грузы поднимутся на высоту h от исходного положения, средний груз в пределе опустится на $h + l$. Поэтому изменение потенциальной энергии системы составит

$$\Delta E_p=2\cdot mgh-2m(h+l)=-2mgl\ .$$

Изменение кинетической энергии системы

$$\Delta E_k=\frac{m\upsilon^2}{2}+\frac{m\upsilon^2}{2}+\frac{2m\upsilon^2}{2}=2m\upsilon^2\ .$$

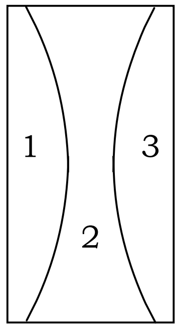
По закону сохранения полной механической энергии $\Delta E_p + \Delta E_k = 0$, откуда $v = \sqrt{gl}$.

Задача 2

См. решение задачи 2 для 9 класса.

Задача 3

Оптические силы D сложенных вместе тонких линз складываются. Оптическая сила плоскопараллельной пластинки равна 0. Таким образом, можно записать систему уравнений:



$$\begin{cases} D_1 + D_2 + D_3 = 0 \\ D_1 + D_2 = 1/F_{12} \\ D_2 + D_3 = 1/F_{23} \end{cases}, \quad \text{откуда} \quad \begin{aligned} F_1 &= -F_{23} \\ F_2 &= \frac{F_{12}F_{23}}{F_{12}+F_{23}} \\ F_3 &= -F_{12} \end{aligned} .$$

Первая и третья линзы – собирающие, вторая – рассеивающая.

Задача 4

Радиус мокрого R пятна между стеклами можно найти, предположив, что в первом приближении капля между стеклами имеет форму цилиндра, высота которого равна расстоянию между стеклами d:

$$\pi R^2 \rho d = m \ , \quad \text{откуда} \quad R = \sqrt{\frac{m}{\pi \rho d}} \ .$$

Так как стекло полностью смачивается водой, то поверхность капли в сечении, перпендикулярном стеклам, является вогнутой с радиусом кривизны $d/2 << R$. Поэтому давление внутри капли ниже атмосферного на величину, которую можно вычислить по формуле Лапласа для цилиндрической поверхности: $\Delta p = 2\sigma/d$. Для того, чтобы оторвать стекла друг от друга, нужно на каждое из них подействовать с силой большей, чем сила избыточного давления наружного воздуха:

$$F \geq \Delta p \pi R^2 = \frac{2\pi R^2 \sigma}{d} = \frac{2m\sigma}{\rho d^2} = 15{,}2 \text{ кН} \ .$$

Задача 5

Для того, чтобы вода начала вытекать из сосуда, нужно, чтобы, во-первых, она заполнила капилляр. Для этого за счет капиллярных сил вода должна подняться в правом колене на высоту h. Во-вторых, гидростатическое давление в левом колене должно быть достаточным для того, чтобы преодолеть избыточное давление под мениском, образующимся на нижнем конце капилляра. Пользуясь формулой Лапласа, можно записать:

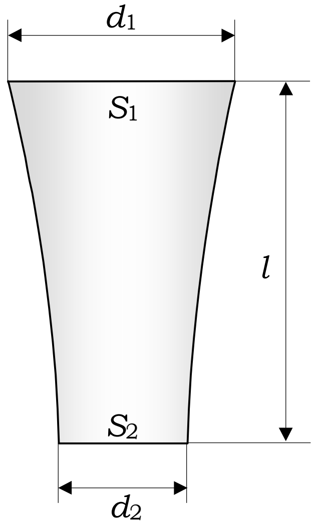
$$\frac{\rho gRh}{2} < \sigma < \frac{\rho gRH}{2} \quad .$$

Из графика находим формулу связи между коэффициентом поверхностного натяжения и температурой: $\sigma = 0{,}076 - 1{,}5\cdot10^{-4}t$. Подставляя эту формулу в двойное неравенство, после преобразований получаем

$$\frac{0{,}076-\rho gRH/2}{1{,}5\cdot10^{-4}} < t < \frac{0{,}076-\rho gRh/2}{1{,}5\cdot10^{-4}} \;, \quad \text{или} \quad 16{,}7° < t < 46{,}7°$$

(g = 9,81 м/с²).

Задача 6



Уменьшение диаметра струи происходит потому, что ее нижние участки имеют большую скорость, чем верхние, из-за действия силы тяжести. Кроме того, струю сжимают силы поверхностного натяжения.

Применим уравнение Бернулли к двум сечениям струи диаметрами d_1 и d_2, находящимся на расстоянии l друг от друга.

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + \rho gl + p_{am} + \frac{2\sigma}{d_1} = \frac{\rho v_2^2}{2} + p_{am} + \frac{2\sigma}{d_2} \quad .$$

Объем V жидкости, протекающий через верхнее и нижнее сечения струи за время наполнения стакана t один и тот же. Он равен $V = v_1 S_1 t$ и $V = v_2 S_2 t$. Отсюда находим значения скоростей $v_1 = \frac{4V}{\pi d_1^2 t}$, $v_2 = \frac{4V}{\pi d_2^2 t}$, подставляем в уравнение Бернулли и решаем его относительно времени. Получаем:

$$t = \frac{2\sqrt{2}\cdot V}{\pi d_1^2 d_2^2}\cdot\sqrt{\frac{d_1^4 - d_2^4}{gl + \frac{2\sigma}{\rho}\cdot\left(\frac{1}{d_1}-\frac{1}{d_2}\right)}} \approx 75\ \text{с} \quad .$$

Задача 7

Показания ртутного барометра (высота столба ртути) всегда меньше истинного давления на величину давления в трубке, выраженного в мм рт. ст.

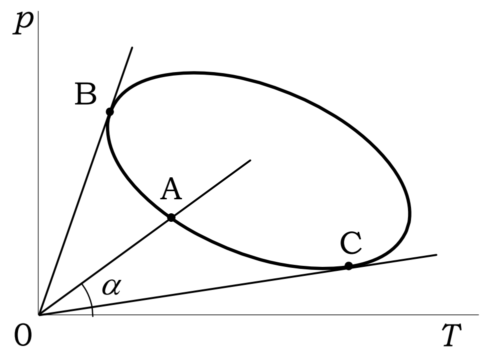
При внешнем давлении H_1 давление воздуха в трубке по условию равно $p_1 = H_1 - h_1$ мм рт. ст. Это и есть поправка к показаниям барометра при температуре T_1 и внешнем давлении H_1 .

Найдем давление в трубке при произвольных значениях внешнего давления H и температуры T.

При температуре T_1 и внешнем давлении H_1 объем воздуха в трубке равен $V_1 = S(L - h_1)$, где S – сечение трубки. При других температурах и давлениях $p = H - h$, $V = S(L - h)$. Но, в соответствии с объединенным газовым законом, $p_1 V_1 / T_1 = pV/T$. Подставляя сюда выражения для давлений и объемов и разрешая полученное уравнение относительно p, получаем:

$$p = (H_1 - h_1) \cdot \frac{L - h_1}{L - h} \cdot \frac{T}{T_1} \text{ мм рт. ст.}$$

Задача 8



Из уравнения состояния идеального газа $pV/T = mR/\mu$ следует, что при $V = \text{const}$ $m \sim p/T$.

Возьмем произвольную точку А на диаграмме. Очевидно, что $p_A/T_A \sim \operatorname{tg}\alpha$. Следовательно, масса газа максимальна и минимальна в тех состояниях, для которых максимальна и минимальна величина $\operatorname{tg}\alpha$. Эти состояния изображаются точками В и С, в которых прямые, проходящие через начало координат, касаются кривой, изображающей процесс.

Задача 9

Чтобы найти давление на поверхность сферы, определим работу электрических сил, необходимую для изменения радиуса сферы на небольшую величину ΔR.

$$\Delta A = p \cdot \Delta V = p \cdot \frac{4}{3}\pi\left[R^3 - (R - \Delta R)^3\right] \approx p \cdot 4\pi R^2 \Delta R.$$

Эта работа равна взятому с обратным знаком изменению потенциальной энергии зарядов на сфере, которая может быть выражена через электроемкость сферы и ее потенциал:

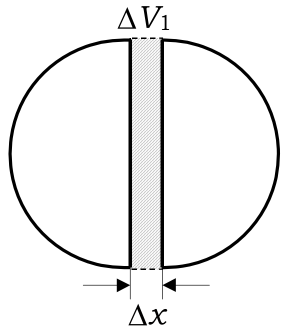
$$E_p = \frac{1}{2}C\varphi^2 = \frac{1}{2} \cdot 4\pi\varepsilon_0 R \cdot \left(\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 \cdot R}\right)^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{2R};$$

$$\Delta E_p = \frac{q^2}{2 \cdot 4\pi\varepsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R - \Delta R}\right) \approx -\frac{q^2}{8\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\Delta R}{R^2}.$$

При неограниченном уменьшении величины ΔR приближенные равенства становятся точными. Из равенства $\Delta A = -\Delta E_p$ находим

$$p = \frac{q^2}{32\pi^2\varepsilon_0 R^4}.$$

Для нахождения силы, действующей на полусферы, предположим, что они разошлись на небольшое расстояние Δx. При этом работа этой силы, с одной стороны, равна $\Delta A_1 = F \cdot \Delta x$, с другой стороны, $\Delta A_1 = p \cdot \Delta V_1 = p \cdot \pi R^2 \cdot \Delta x$. Приравнивая правые части двух последних выражений с учетом формулы для давления, имеем:

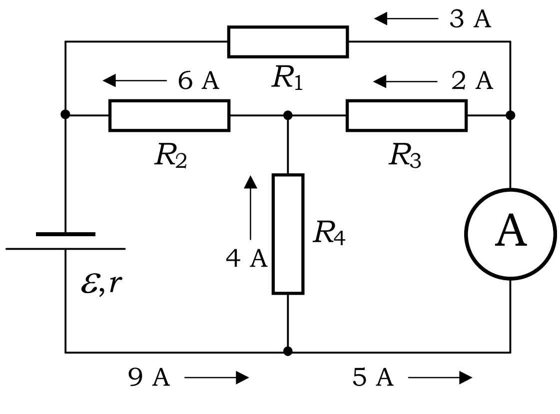


$$F = \frac{q^2}{32\pi\varepsilon_0 R^2} .$$

Для ответа на последний вопрос поместим в центр сферы точечный заряд q_0, а на поверхности сферы выделим малый участок площадью ΔS. Со стороны точечного заряда на этот участок действует сила $F_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_0 \cdot \sigma \Delta S}{R^2}$, где $\sigma = \frac{q}{4\pi R^2}$ – поверхностная плотность заряда на сфере. Со стороны остальных зарядов, находящихся на сфере, на участок ΔS действует сила давления $F_2 = p \cdot \Delta S$. Сфера будет находиться в равновесии, если эти силы равны по величине и противоположны по направлению, т.е. выполняется условие $F_1 = -F_2$, откуда нетрудно получить $q_0 = -q/2$.

Задача 10

Прежде всего, поскольку сопротивление амперметра равно нулю, мысленно исключаем его из схемы (закорачиваем) и находим полное сопротивление внешней цепи. Оно получается равным 10 Ом. Тогда сила тока через источник равна $I = \mathcal{E}/(R + r) = 9\ \text{А}$, а напряжение на внешнем участке цепи составляет 90 В. Легко видеть, что ток через резистор R_1, подключенный непосредственно к источнику, равен 3 А, значит, остальные 6 А протекают через резистор R_2 и параллельно включенные резисторы R_3 и R_4. Причем, поскольку сопротивление R_4 в 2 раза меньше, чем сопротивление R_3, то из этих 6 А через R_4 протекает 4 А, а через R_3 – вдвое меньше, т.е. 2 А. Итак, из нижнего по схеме зажима источника вытекает ток 9 А, из которых 4 А ответвляется на резистор R_4, а остальные 5 А протекают через амперметр. Вот и все!



Задания для физического боя

8 класс

1. Почему при ветре мороз переносится тяжелее, чем в тихую погоду?

2. Какого цвета будет казаться красная жидкость, если пробирку с ней поместить в колбу с синей жидкостью?

3. Во время строительных работ вырыли участок трубопровода. Возникла необходимость установить: течет в трубе жидкость или нет, и если течет, то в какую сторону?

4. Как измерить величину неизвестного сопротивления, имея вольтметр и амперметр с неизвестными внутренними сопротивлениями?

5. Какая колба выдержит большее давление снаружи – круглая или плоскодонная?

6. Если молния во время грозы попала в воду, то после грозы на озере иногда видят всплывшую мертвую рыбу. Как это объяснить? Ведь вероятность попадания молнии в отдельно взятую рыбу ничтожно мала.

7. Почему на закате Солнце выглядит приплюснутым?

8. Оценивая качество протяженной зеркальной или полированной поверхности, специалисты обычно рассматривают ее либо издали, либо, если отойти не удается, глядя вдоль нее, слегка покачивая головой. Зачем они это делают?

9. Как выгоднее самолету взлетать – по ветру или против ветра?

10. Как определить знаки полюсов автомобильной аккумуляторной батареи, пользуясь переносной лампой из шоферского набора, куском проволоки и компасом?

11. Имеется алюминиевый шарик. Как с помощью линейки, нитки и стакана с водой определить, сплошной шарик или внутри него есть воздушная полость?

12. Как с помощью линейки можно найти в солнечный день высоту дерева, не влезая на него?

13. Два мальчика на катке хотят сравнить, кто из них больше по массе и во сколько раз. Как им выполнить свое намерение с помощью одной лишь рулетки?

14. За окном снег, а в комнате тепло. К сожалению, измерить температуру нечем: нет термометра. Но зато есть батарея гальванических элементов, точный амперметр, сколько угодно медной проволоки и физический справочник. Нельзя ли с их помощью найти температуру воздуха в комнате?

15. Как с помощью гири и рулетки измерить массу книги?

9 класс

1. Поверхность реки представляет собой наклонную плоскость. Может ли тело свободно передвигаться по реке со скоростью, превышающей максимальную скорость течения?

2. Как измерить величину неизвестного сопротивления, имея вольтметр и амперметр с неизвестными внутренними сопротивлениями?

3. Если молния во время грозы попала в воду, то после грозы на озере иногда видят всплывшую мертвую рыбу. Как это объяснить? Ведь вероятность попадания молнии в отдельно взятую рыбу ничтожно мала.

4. Почему на закате Солнце выглядит приплюснутым?

5. Оценивая качество протяженной зеркальной или полированной поверхности, специалисты обычно рассматривают ее либо издали, либо, если отойти не удается, глядя вдоль нее, слегка покачивая головой. Зачем они это делают?

6. Как определить знаки полюсов автомобильной аккумуляторной батареи, пользуясь переносной лампой из шоферского набора, куском проволоки и компасом?

7. Имеется алюминиевый шарик. Как с помощью линейки, нитки и стакана с водой определить, сплошной шарик или внутри него есть воздушная полость?

8. За окном снег, а в комнате тепло. К сожалению, измерить температуру нечем: нет термометра. Но зато есть батарея гальванических элементов, точный амперметр, сколько угодно медной проволоки и физический справочник. Нельзя ли с их помощью найти температуру воздуха в комнате?

9. Возможно ли при помощи звуковой энергии каким-либо образом изменять температуру воды?

10. Продукты в морозильных камерах можно хранить месяцами, но при условии, что они на протяжении этого времени не должны ни разу размораживаться. Предложите простой способ или устройство для установления возможного факта размораживания продуктов.

11. Если длину математического маятника уменьшать, когда маятник проходит положение равновесия, и увеличивать в те моменты, когда его отклонение максимально, то амплитуда его колебаний меняется. Как и почему?

12. Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, срывается с нее, падает на наклонную площадку и упруго отражается от последней. После удара шарик продолжает лететь вперед, а его траектория остается в исходной вертикальной плоскости. Может ли максимальная высота подъема шарика после удара равняться первоначальной?

13. Если нагретую медную лопатку положить на брусок свинца треугольного сечения, то можно явственно услышать звук. Объясните природу возникновения этого звука.

14. Как определить угол наклона шоссе к плоскости горизонта, имея деревянный брусок и динамометр?

15. Космонавты решили определить массу планеты, на которую их доставила ракета. Для этой цели они использовали динамометр и килограммовую гирю. Как они выполнили свое намерение, если радиус планеты им был известен ранее из астрономических измерений?

10 класс

1. Почему на закате Солнце выглядит приплюснутым?

2. Оценивая качество протяженной зеркальной или полированной поверхности, специалисты обычно рассматривают ее либо издали, либо, если отойти не удается, глядя вдоль нее, слегка покачивая головой. Зачем они это делают?

3. За окном снег, а в комнате тепло. К сожалению, измерить температуру нечем: нет термометра. Но зато есть батарея гальванических элементов, точный амперметр, сколько угодно медной проволоки и физический справочник. Нельзя ли с их помощью найти температуру воздуха в комнате?

4. Можно ли при помощи звуковой энергии каким-либо образом изменять температуру воды?

5. Продукты в морозильных камерах можно хранить месяцами, но при условии, что они на протяжении этого времени не должны ни разу размораживаться. Предложите простой способ или устройство для установления возможного факта размораживания продуктов.

6. Если длину математического маятника уменьшать, когда маятник проходит положение равновесия, и увеличивать в те моменты, когда его отклонение максимально, то амплитуда его колебаний меняется. Как и почему?

7. Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, срывается с нее, падает на наклонную площадку и упруго отражается от последней. После удара шарик продолжает лететь вперед, а его траектория остается в исходной вертикальной плоскости. Может ли максимальная высота подъема шарика после удара равняться первоначальной?

8. Если нагретую медную лопатку положить на брусок свинца треугольного сечения, то можно явственно услышать звук. Объясните природу возникновения этого звука.

9. В две одинаковые химические пипетки набирают до одного и того же уровня воду: в одну – холодную, в другую – горячую.

Пипетки опорожняют и считают при этом капли. Из какой пипетки упадет больше капель?

10. В кухне развесили много выстиранного белья. На улице моросит холодный осенний дождь. Быстрее ли высохнет белье, если открыть форточку?

11. Почему трещина в лопающихся трубах, когда в них зимой замерзает вода, всегда идет вдоль, а не поперек трубы?

12. Астрономические наблюдения показывают, что на планете Венера полная облачность, так что ее потенциальные жители лишены возможности наблюдать небесные светила. Опишите, каким методом они могли бы измерить длину суток.

13. Некая масса газа находится в сферическом металлическом баллоне. Оценить, при каком давлении газа вес тары будет наименьшим.

14. Свободный мыльный пузырь наэлектризован до предельно возможного потенциала, ограниченного пробивной прочностью окружающего воздуха. Опишите изменение его радиуса.

15. Как можно измерить объем аудитории, располагая для этой цели мотком медной проволоки, весами с набором гирь, аккумулятором, вольтметром, амперметром и физическим справочником?

Задания для физико-математического боя

(физика)

8 класс

1. На поверхности воды плавает деревянная пластинка. К ней прикладываются горизонтальные антипараллельные силы, не действующие по одной прямой. Как будет вести себя пластинка?

2. Человек, несет автомобильную камеру. Он решил что ее будет нести легче, если накачать камеру, увеличив ее объем и используя выталкивающую силу воздуха. Достиг ли он цели?

3. Мальчик бросает мяч из вагона в строну, противоположную движению поезда. Как будут двигаться мячи по отношению: а) к вагону; б) к полотну дороги?

4. Во время езды на автомобиле через каждую минуту снимали показания скорости по спидометру. Можно ли по этим данным определить среднюю скорость движения автомобиля?

5. Пробейте гвоздем три – четыре отверстия в консервной банке. Закрыв их пальцами, наполните банку водой, затем отпустите ее. Будет ли выливаться вода через отверстия при падении банки? Объясните наблюдения.

6. Изменится ли мощность, развиваемая двигателем эскалатора, если пассажир, стоящий на движущейся вверх лестнице, станет подниматься по эскалатору с постоянной скоростью?

7. Средняя скорость поезда составляет 80 км/ч. Первую половину пути поезд прошел прямолинейно равномерно со скоростью 60 км/ч за 3 часа. Вторую половину пути поезд двигался равномерно в том же направлении с другой скоростью. Определите скорость и время, затраченное на прохождение второй половины пути. Постройте график зависимости координаты от времени.

8. Человек стоит на плоту, плывущему по реке, скорость течения которой 2 м/с. Спустя 10 секунд человек пошел по плоту перпендикулярно течению со скоростью 1 м/с на расстояние 10 м. Определить среднюю скорость человека относительно берега.

9. Если положить линейку на край стола и ударить по свисающему с края концу молотком, то линейка улетит. Если же накрыть газетой ту половину линейки, что расположена на поверхности. стола и вновь ударить молотком, то линейка поломается. Объясните парадокс.

10. Почему в тепловых двигателях только часть энергии топлива превращается в механическую энергию?

9 класс

1. На поверхности воды плавает деревянная пластинка. К ней прикладываются горизонтальные антипараллельные силы, не действующие по одной прямой. Как будет вести себя пластинка?

2. Пробейте гвоздем три – четыре отверстия в консервной банке. Закрыв их пальцами, наполните банку водой, затем отпустите ее. Будет ли выливаться вода через отверстия при падении банки? Объясните наблюдения.

3. Заполните одну бутылку водой, а другую такую же – песком. Дайте им скатиться с наклонной плоскости без проскальзывания. Какая из бутылок скатится быстрее? Почему?

4. Человек стоит на плоту, плывущему по реке, скорость течения которой 2 м/с. Спустя 10 секунд человек пошел по плоту перпендикулярно течению со скоростью 1 м/с на расстояние 10 м. Определить среднюю скорость человека относительно берега.

5. Сверхзвуковой самолет летит горизонтально. Два микрофона, находящихся на одной вертикали на расстоянии L друг от друга, зарегистрировали приход звука от самолета с запаздыванием времени τ. Скорость звука в воздухе с. Какова скорость самолета?

6. Имеется вольтметр, амперметр и источник тока с неизвестными внутренними сопротивлениями. Как с их помощью измерить величину неизвестного сопротивления?

7. Почему электрические лампы чаще перегорают в момент замыкания цепи и очень редко – в момент размыкания?

8. Отчего легкий шарик, помещенный в струю воздуха или воды, вытекающей с большой скоростью из трубки с узким отверстием, свободно парит в этой струе?

9. Если положить линейку на край стола и ударить по свисающему с края концу молотком, то линейка улетит. Если же накрыть газетой ту половину линейки, что расположена на поверхности, стола и вновь ударить молотком, то линейка поломается. Объясните парадокс.

10. Почему трудно повернуть руль, когда автомобиль стоит, и легко, когда автомобиль движется?

10 класс

1. Заполните одну бутылку водой, а другую такую же – песком. Дайте им скатиться с наклонной плоскости без проскальзывания. Какая из бутылок скатится быстрее? Почему?

2. Сверхзвуковой самолет летит горизонтально. Два микрофона, находящихся на одной вертикали на расстоянии L друг от друга, зарегистрировали приход звука от самолета с запаздыванием времени τ. Скорость звука в воздухе с. Какова скорость самолета?

3. Имеется вольтметр, амперметр и источник тока с неизвестными внутренними сопротивлениями. Как с их помощью измерить величину неизвестного сопротивления?

4. Отчего легкий шарик, помещенный в струю воздуха или воды, вытекающей с большой скоростью из трубки с узким отверстием, свободно парит в этой струе?

5. Наэлектризованный шарик раздувают так, что заряды на нем сохраняется. Меняется ли при этом его электрическая энергия? Легче или труднее раздувать шарик в присутствии заряда?

6. Поверх длинного соленоида вплотную намотана катушка. Ток в соленоиде нарастает прямо пропорционально времени. Каков характер зависимости тока от времени в катушке?

7. Подвесьте подковообразный магнит на нитке над диском из алюминиевой фольги, способном вращаться вокруг оси, проходящей через его центр. Алюминиевый диск находится на острие, так что он

может вращаться. Если раскрутить магнит, то диск начнет вращаться. В какую сторону? Почему?

8. Проводник заряжается путем подсоединения к разрядному шарику электрофорной машины. Шарик машины после каждого соединения заряжается до заряда Q. При первом соединении проводник приобрел заряд q. Какой заряд получит проводник после большого числа соединений?

9. Покажите, что в отсутствие точечного заряда геометрическое место точек, из которых единичный заряд индуцирует на заземленном проводнике заряд фиксированной величины, совпадает с эквипотенциальной поверхностью поля проводника.

10. Современник Галилея, профессор университета в Падуе Санкториус изобрел первый термометр, который представлял собой стеклянный шар, заполненный воздухом и соединенный стеклянной трубкой с атмосферой. В трубку помещалась капля воды, которая перекрывала сообщение полости сосуда с внешней средой. С помощью этого прибора Санкториус ставил диагноз своим пациентам (он был врачом). Пациент брал шар в рот, и через минуту по положению водяной капли Санкториус определял, какой у больного жар. Зависят ли показания такого термометра от погоды, в частности, будут ли они различными в ясную погоду и дождь?

Задания для индивидуальных занятий

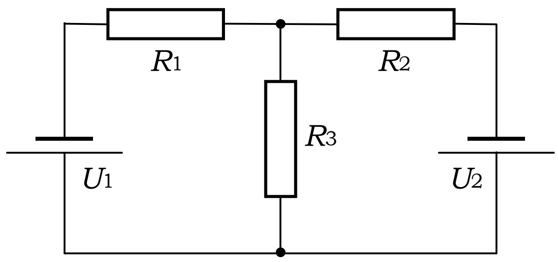
8-9 класс

В предложенных задачах найдите общие элементы. Предложите алгоритм решения таких задач. Составьте общую формулировку для всех задач. Найдите аналогии между физическими величинами в задачах. Чем объединены условия задач? В чем принципиальные различия?

1. Человека, который идет вдоль трамвайного пути, каждые 7 минут обгоняет трамвай, а каждые 5 минут проходит встречный трамвай. Как часто ходят трамваи?

2. Два туриста вышли одновременно в поход – один на велосипеде со скоростью V_1, другой пешком со скоростью V_2. В условленном месте на трассе велосипедист оставляет велосипед для пешехода, а сам идет дальше пешком. Оба туриста одновременно прибывают в конечный пункт. С какой средней скоростью двигались туристы?

3. Электрическую цепь подключили к двум источникам постоянного напряжения U_1 и U_2 (см. рис.) При каких условиях ток через резистор с сопротивлением R_1 будет равен нулю?



4. К однородному стержню длиной L и массой M подвешен груз массой m. Найдите, где необходимо поставить опору, чтобы система находилась в равновесии. Зависит ли вид ответа от того, какой конец стержня выбран за начало отсчета?

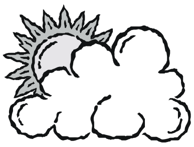
5. В калориметр с водой опущен электронагреватель с двумя секциями. При включении одной секции вода закипает за t_1 = 5 мин, а при включении только второй секции – за t_2 = 8 мин. За какое временя закипит вода, если секции включить: а) последовательно; б) параллельно?

6. В комнате длиной L и высотой H висит вертикально на стене плоское зеркало. Человек находится на расстоянии l от той стены, на которой висит зеркало. При какой наименьшей высоте зеркала человек будет видеть стену, которая находится за его спиной, во всю ее высоту?

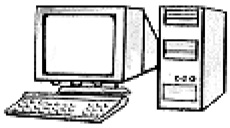
Список литературы по физике

1. С.Р.Ясакова, Е.Смалышева, М.И.Малышев, С.С.Меркулова, А.З.Перлин ВПУ №107, г. Москва «Итоговая аттестация – 11-й класс. Базовый курс»*
2. Т.С.Смойлова, М.Д.Гельфанд Школа № 444, г. Москва, Листы взаимоконтроля.*
3. Н.Н.Тулькибаева, А.Э.Пушкарева, г. Челябинск «Физика–10. Контрольные тесты к учебникам федерального комплекта»*
4. О.Ф.Кабардин, С.И.Кабардина, В.А.Орлов Задания для контроля знаний учащихся по физике в средней школе. – М.: «Просвещение», 1983.
5. О.Я.Савченко Задачи по физике. – М.: «Наука», 1988.
6. Г.В. Меледин Физика в задачах. Экзаменационные задачи с решениями. – М.: «Наука», 1989.
7. А.И. Буздин, А.Р. Зильберман, С.С. Кротов Раз задача два задача», б-ка «Квант», выпуск 81. – М.: «Наука», 1990.
8. И.М. Гельфгат, Л.Э. Гендельштейн, Л.А. Кирик 1001 задача по физике с решениями. – Харьков-Москва, Центр «Инновации в науке, технике, образовании», 1995.
9. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Международные физические олимпиады школьников, б-ка «Квант» выпуск 43. – М.: «Наука», 1985.
10. А.П. Рымкевич, П.А. Рымкевич Сборник задач по физике. – М.: «Просвещение», 1984.
11. Н.И. Гольдфарб Сборник вопросов и задач по физике. – М.: “Высш школа”, 1993.
12. С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак Готуємось до фізичних олімпіад. – Київ, 1995.
13. В.И. Лукашик Физическая олимпиада. – М.: “Просвещение” 1987.
14. В.А. Балаш, Задачи по физике и методы их решения. – М.: “Просвещение”, 1983.
15. С.В. Ащеулов, В.А.Барышев Задачи по элементарной физике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974.

* Источники [1-3] размещены в Интернет на образовательном сервере «1 сентября» http://www.1september.ru .



ИНФОРМАТИКА



Материалы научной программы[1]

Олимпиада по информатике

Задания теоретического тура

«Луноход»

На Луну совершил посадку луноход. Во время посадки оказалась поврежденной система ориентации. В распоряжении робота, управляющего луноходом, есть три радиомаяка и компас. Луноход может совершать следующие действия: поставить радиомаяк, подобрать радиомаяк, сдвинуться на один метр в направлении одной из четырех сторон света, двигаться к одному из радиомаяков. Как с помощью этих действий вывести луноход на лунную станцию, считая, что он находится на неизвестном расстоянии от нее? Считать, что поверхность Луны гладкая и препятствий нет.

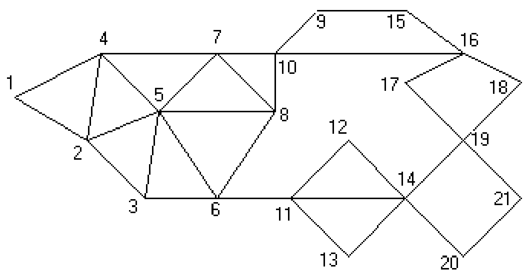
«Числа Фибоначчи»

Числами Фибоначчи называют последовательность чисел, начинающуюся с двух единиц, в которой каждый последующий элемент равен сумме двух предыдущих (1,1,2,3,5,8,13,21,34,...). Даны два натуральных числа m и n ($m \le n$).

Написать программу, которая выводит все числа Фибоначчи, большие либо равные m и меньшие либо равные n.

«Фигура»

Укажите последовательность точек, следуя которой можно обвести заданную фигуру, не отрывая карандаша от бумаги и не проводя одной и той же линии дважды.



[1] Материалы раздела подготовлены С.О.Жуком, Д.Е.Меламудом, С.А.Шкулипой.

«Последовательность Пупкина»

Последовательность Пупкина состоит из нулей и единиц. Она образуется следующим образом: первое число последовательности – единица; далее к уже записанным числам последовательности дописываются они же, только все нолики заменяются единицами и наоборот. Начало последовательности выглядит так: 1001011001101001….

Найти *n*-ое число последовательности Пупкина.

«Сортировка»

За какое наименьшее в худшем случае число сравнений можно отсортировать пять произвольных чисел? Объясните результат.

Приведите (можно словами) алгоритм сортировки пяти произвольных чисел по неубыванию за как можно меньшее число сравнений. Приведите это число.

«Ход конем»

Составить алгоритм обхода доски размером $n \times m$ ходом коня, начиная с клетки (1,1), если это возможно. Предполагается вывод последовательности координат клеток, в которых побывал конь, либо фразы "нет решения".

Олимпиада по информатике

Задания практического тура

«Калькулятор»

Во входном текстовом файле "in.txt" в каждой строке находится одно арифметическое выражение, состоящее из действительных чисел, операций "+", "–", "*", "/", унарных "+" и "–" (например, –(3+6)) и круглых скобок. Элементы выражения могут быть разделены любым количеством пробелов. Требуется записать в выходной файл "out.txt" результат вычисления выражения, либо одно из следующих сообщений об ошибке: "syntax error" – выражение содержит ошибки; "division by zero" – в процессе вычисления выражения произошло деление на ноль – по одной строке для каждого выражения. Результат можно округлять до двух знаков после запятой.

Пример входного и соответствующего ему выходного файла:

in.txt	out.txt
5.5	5.5
-2+4+4--4	10
-(3*6/-7)	2.57
-+---+-3	-3
(342 минус 3)	syntax error
4/(1-2/2)	division by zero

«Домино»

Задан набор костяшек домино. Нужно определить, можно ли <u>все</u> костяшки этого набора выстроить в цепь так, чтобы они примыкали друг к другу одинаковыми гранями. Если такая цепь существует, вывести ее (достаточно вывести только один из возможных вариантов). Ввод осуществляется из файла "in.txt", вывод – в файл "out.txt". В первой строке входного файла идет число тестов. Каждый тест состоит из строки, в которой записано число костяшек и последовательности строк с костяшками. Каждая костяшка записывается двумя числами от 1 до 1000, что соответствует меткам граней. В выходном файле на каждый тест приходится одна строка в виде последовательности меток граней. Если решения нет, выводится "no solution". Пример входных данных и вывода:

in.txt	out.txt
2	2 1 2 5
3	no solution
1 2	
1 2	
2 5	
3	
1 1000	
1000 999	
998 997	

«Все суммы»

Заданное натуральное число необходимо разбить на все возможные суммы натуральных чисел без повторений, с точностью до перестановки слагаемых. Входной файл "in.txt" содержит тестовое число от 1 до 50, выходной файл должен содержать число различных сумм *N*, далее в *N* строках по одной сумме в каждой строке, в виде набора слагаемых, разделенных пробелами и идущими в неубывающем порядке.

Пример ввода-вывода:

in.txt	**out.txt**
4	5
	1 1 1 1
	1 1 2
	1 3
	2 2
	4

«Триангуляция»

Задан выпуклый *n*-угольник в виде последовательности вершин, перечисленных при обходе по часовой стрелке. Триангуляцией этого многоугольника будем называть набор *n*–3 его непересекающихся диагоналей. Минимальная триангуляция – это триангуляция с минимальной суммой длин составляющих ее диагоналей. Первая строка входного файла "in.txt" содержит число *n*≤25. Следующие *n* строк содержат по две целочисленные координаты 0≤x, y≤10000 вершин многоугольника. Файл результата "out.txt" должен содержать сумму длин диагоналей минимальной триангуляции, и затем, начиная со следующей строки, по два числа, обозначающих диагональ, которая содержится в триангуляции. Эти два числа являются номерами вершин диагонали, упорядоченными по возрастанию. Нумерация вершин происходит в соответствии с перечислением их во входном файле. Пример ввода-вывода:

in.txt	**out.txt**
4	5
0 0	1 3
0 3	
4 3	
6 0	

«Частотный словарь»

Входной файл "in.txt" содержит некоторый текст. Слова текста состоят из идущих подряд больших и маленьких латинских букв, и разделяются любыми другими символами. Необходимо записать в выходной файл "out.txt" все слова в лексикографическом (алфавитном) порядке с частотой их встречаемости в тексте (т.е. через пробел после слова необходимо указать сколько раз оно встречается в тексте). На каждое слово – одна строка. Большие и маленькие буквы считаются различными, причем все большие идут раньше маленьких.

Пример:

```
in.txt                                    out.txt
Uninstall.lst Uninstall list file         Uninstall 4
Uninstall.exe Uninstall program           exe 1
                                          file 1
                                          list 1
                                          lst 1
```

Указания к решениям задач теоретического тура

«Луноход»

Поскольку местоположение станции луноходу неизвестно, его задачей было, начиная с места посадки, побывать во всех квадратах размера 1м×1м, на которые мы можем условно разбить лунную поверхность. Тогда через некоторое время луноход попадет в тот квадрат, где находится лунная станция.

Для этого организуем движение лунохода по трехгранной спирали, начинающейся в месте посадки (см. рис.). Маяки на каждом шаге будут находиться в вершинах треугольного витка спирали, а луноход, двигаясь от маяка к маяку, будет устанавливать их в вершинах следующего витка.

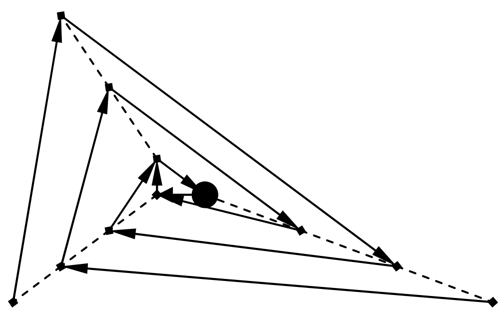
Легенда:

Большая точка – первоначальное местонахождение лунохода.

Маленькие точки – места, где устанавливаются маяки.

Сплошные линии – траектория движения лунохода по пеленгу.

Пунктир – перемещение маяков.



Для описания алгоритма передвижения лунохода введем следующий условный язык:

N	– передвинуться на 1м на север
S	– передвинуться на 1м на юг
W	– передвинуться на 1м на запад
E	– передвинуться на 1м на восток
iU	– взять i-й маяк
iD	– поставить i-й маяк
Ti	– двигаться к i-ому маяку

Алгоритм записывается так:

Устанавливаем маяки в начальное положение:

1D W 2D N 3D

а затем повторяем в бесконечном цикле:

T1 1U E E S 1D T2 2U W S 2D T3 3U W N N 3D

«Числа Фибоначчи»

Эта задача является самой простой и была рассчитана на наименее подготовленную категорию участников. Ее решение состоит в генерации последовательности чисел Фибоначчи и распечатки тех из них, которые попадают в промежуток [m,n]. Решение на языке Pascal может быть, например, таким:

```
program Fibonacci;

var m,n,a,b,c:Integer;

begin
Readln(m,n);
a:=1;
b:=1;
while b<=n do
      begin
      c:=a+b;
      a:=b;
      b:=c;
      if a>=m then
         Writeln(a)
      end
end.
```

«Фигура»

Кроме перечисления вершин искомого обхода при выставлении баллов по этой задаче дополнительно поощрялось написание участниками алгоритма поиска таких обходов для произвольной фигуры.

Если данную фигуру представить как граф, то задача рисования фигуры, не отрывая карандаша от бумаги и не проводя одной и той же линии дважды, сводится к задаче поиска эйлеровой цепи в графе. Алгоритм ее построения может быть, например, таким:

Будем строить эйлерову цепь, начиная с вершины нечетной степени, а если их нет – с произвольной вершины графа. Передвигаясь от вершины к вершине, будем удалять из графа те ребра, по которым мы прошли. Выбирая следующее ребро, по которому мы должны пройти, будем выбирать вначале ребра, не являющиеся мостами, а затем оставшиеся.

Для приведенной в задаче фигуры обход может быть таким:

3 5 2 3 6 5 8 6 11 12 14 13 11 14 20 21 19 18 16 15 9 10 8 7 5 4 2 1 4 7 10 16 17 19 14

«Последовательность Пупкина»

Несложно заметить, что на каждом шагу построения рассматриваемой последовательности, ее длина увеличивается в два раза. И из каждого элемента последовательности появляется еще один с противоположным знаком. Можно рассматривать этот процесс несколько иначе: каждый элемент порождает два элемента новой последовательности: точно такой же и противоположный. При этом, в случае если мы рассматриваем элемент из правой половины образовавшейся последовательности, число меняется. Мы можем проследить путь образования n-го числа последовательности, как последовательность копирований в левую и правую части. Несложно заметить, что этот путь будет представлять, по сути, развернутую двоичную запись числа n-1. При этом 1 будет соответствовать копированию в правую половину, а 0 – в левую. Таким образом, все что нам нужно определить – четность количества 1 в двоичной записи числа n-1. В случае, если число 1 будет четным, элемент последовательности является единицей и нулем – в противном случае.

«Сортировка»

Нижняя оценка для сортировки пяти элементов – семь сравнений. Действительно, пять элементов можно разместить 5!=120 способами. За каждое сравнение мы получаем один бит информации, таким образом, за n сравнений, мы получаем 2^n вариантов. 2^7=128, т.е. меньшего числа сравнений недостаточно. Сортировка пяти элементов за восемь сравнений довольно тривиальна: применяется, например, алгоритм сортировки бинарными вставками – бинарным поиском в уже отсортированной последовательности из k элементов ищется место для (k+1)-го элемента. Например, для вставки в отсортированную последовательность из четырех элементов требуется не более трех сравнений, 3 или 2 элементов – 2 сравнения, а для сортировки двух элементов – одного сравнения. Последовательно вставляя элементы во все увеличивающуюся последовательность, получаем 8 сравнений.

Существует, однако, решение позволяющее отсортировать 5 элементов за 7 сравнений. Будем искать его, руководствуясь получением максимальной информации из каждого сравнения, т.е. разбиением множества решений при каждом сравнении на как можно более равные части. Обозначим сравниваемые элементы как a,b,c,d,e. После первого сравнения двух элементов, например a и b, число размещений чисел по элементах равно 60. Далее возможны два варианта – сравнить *a* или *b* (это не принципиально) с третьим элементом, или сравнить два ранее не участвовавших в сравнении элемента, например *c* и *d*. В первом случае, если мы сравниваем с большим элементом и получаем в сравнении меньшее число (например $a<b$; $c<b$), количество размещений чисел равно 40. При таком числе вариантов найти необходимый за 5 сравнений невозможно, т.к. $2^5=32<40$. Поэтому такой вариант не приведет к 7 сравнениям в худшем случае. Второй же вариант разбивает множество решений на равные части, и число размещений становится равным 30. Руководствуясь подобными размышлениями, приходим к полному решению, представленному ниже схематично. Во всех случаях набор отношений элементов представлен с точностью до переименования. В квадратных скобках представлено сравнение, которое выполняется на данном шаге, в круглых – результирующий набор отношений между элементами, в фигурных – комментарии.

$[a,b]$ $(a<b)$ $[c,d]$ $(a<b;c<d)$ $[b,d]$ $(a<b;c<d;b<d)$ $[e,b]$ {развилка B1,B2}

B1: $(a<b;c<d;b<d;b<e)$ $[b,c]$ {развилка B11, B12}

B11: $(a<b;c<b;b<d;b<e)$ $[e,d]$ (…) $[a,c]$ $\rightarrow$ решение (7 сравнений).

B12: $(a<b;b<e;b<c;c<d)$ $[e,c]$ (…) $[e,d]$ $\rightarrow$ решение (7 сравнений).

B2: $(a<b;c<d;b<d;e<b)$ $[a,e]$ $(e<a;a<b;b<d;c<d)$ {далее за два сравнения находим место *d* среди *e,a,b* бинарным поиском} $\rightarrow$ решение (7 сравнений).

«Ход конем»

Решения состоит в переборе всех возможных путей коня из клетки (1,1). Наиболее удобным и простым способом организации такого перебора является метод “поиска с возвратом” – “backtraking”. Суть метода состоит в переборе всех возможных путей на каждой развилке с возвратом назад из тупиковых ветвей – так, как искал бы выход человек из лабиринта без кольцевых путей. Ниже приведена программа, реализующая этот метод. Ядром перебора является рекурсивная процедура “Go”.

```
const m=7;
      n=3;
var
  A   : array [1..m,1..n] of boolean;
  Way : array [1..m*n,1..2] of integer;
  Num : integer;

function Go(i,j:integer):boolean;
begin
  Go:=false;
  if A[i,j] then exit;
  if (i<1) or (i>m) or (j<1) or (j>n) then exit;
  A[i,j]:=true;
  inc(Num);
  Way[Num,1]:=i; Way[Num,2]:=j;
  if Num=n*m then begin
```

```
    Go:=true;
    exit;
  end;
  Go:=true;
  if Go(i+2,j+1) then exit; if Go(i+2,j-1) then exit;
  if Go(i+1,j+2) then exit; if Go(i+1,j-2) then exit;
  if Go(i-2,j+1) then exit; if Go(i-2,j-1) then exit;
  if Go(i-1,j+2) then exit; if Go(i-1,j-2) then exit;
  Go:=false;
  A[i,j]:=false;
  dec(Num);
end;

procedure Out;
var i:integer;
begin
  for i:=1 to Num do
    Writeln('(', Way[i,1], ',', Way[i,2], ')');
end;

var i,j:integer;
begin
  Num:=0;
  for i:=1 to M do
   for j:=1 to N do A[i,j]:=false;
  if Go(1,1) then Out else
  writeln('нет решения');
end.
```

Указания к решениям задач практического тура

«Калькулятор»

Методов вычисления арифметического выражения может быть много. В предлагаемом решении вычисление производится одновременно с синтаксическим разбором по следующей схеме:

```
<выражение>::=<слагаемое>{('+'|'-')<слагаемое>}
<слагаемое>::=<множитель>{('*'|'/')<множитель>}
<множитель>::=ЧИСЛО|'('< выражение >')'|
              ('+'|'-')<множитель>
```

Символы, взятые в апострофы, а также запись чисел являются лексемами, т.е. объектами нижнего уровня, которые приходят на вход синтаксического анализатора. Каждой синтаксической категории можно сопоставить функцию, которая будет ее вычислять и одновременно проверять на правильность.

Ниже приведен исходный текст решения этой задачи.

```
program Calc;

var
  fin,fout   : text;
  err        : integer;
  res        : real;
  s          : string;
  idx        : integer;
  lastchar   : char;
  lextype    : (number,symb);
  lexnum     : real;
  lexsymb    : char;

function LineOver:boolean;
begin
  LineOver:=(idx>length(s));
end;
procedure GetChar;
begin
  lastchar:=s[idx];inc(idx);
end;

function GetNum:real;
var code:integer;
   s1:string;
   r:real;
begin
  s1:=copy(s,idx,length(s)-idx+1);
  Val(s1,r,code);
  if code <>0 then
  begin
  inc(idx,code-1);
  Val(copy(s1,1,code-1),r,code);
  end else
   idx:=length(s)+1;
  GetNum:=r;
end;

function Expr:real;forward;

function Frac:real;
var r:real;
begin
  r:=0;
  if err<>0 then exit;
  if LineOver then begin Err:=2; exit end;
  if (s[idx]='+')or (s[idx]='-') then
  begin
    getchar;
    if lastchar='+' then Frac:=Frac else Frac:=-Frac;
    exit;
  end;
  if s[idx]='(' then
  begin
    getchar;
    Frac:=expr;
    if s[idx]<>')' then Err:=2;
    exit;
  end;
  if s[idx] in ['0'..'9'] then r:=GetNum else
   Err:=2;
```

```
  Frac:=r;
end;

function Term:real;
var r,r1:real;
begin
  if err<>0 then exit;
  r:=Frac;
  while (Err=0)and(not LineOver) and( (s[idx]='*') or (s[idx]='/')) do
  begin
    getchar;
    r1:=Frac;
    if lastchar='*' then r:=r*r1 else
     if abs(r1)>1e-1000 then r:=r/r1 else
     begin
       err:=1;
       writeln(fout,'division by zero');
       exit;
     end;
  end;
  Term:=r;
end;

function Expr:real;
var r:real;
begin
  if err<>0 then exit;
  r:=Term;
  while (Err=0)and(not LineOver) and( (s[idx]='+') or (s[idx]='-')) do
  begin
    getchar;
    if lastchar='+' then r:=r+Term else r:=r-Term
  end;
  Expr:=r;
end;


function Calculate:real;
begin
  while Pos(' ',s)<>0 do Delete(s,pos(' ',s),1);
  idx:=1;
  if LineOver then Calculate:=0 else
  Calculate:=Expr;
end;

begin
  assign(fin,'in.txt');
  assign(fout,'out.txt');
  reset(fin);
  rewrite(fout);
  while not eof(fin) do
  begin
    err:=0;res:=0;
    readln(fin,s);
    res:=Calculate;
    if err=0 then writeln(fout,res:1:2);
    if err=2 then writeln(fout,'syntax error');
  end;
  close(fin);
  close(fout);
end.
```

«Домино»

В этой задаче нужно было увидеть аналогию и распознать в наборе “доминошек” эйлеров граф. Выложить их в ряд – означает найти эйлеров путь в графе, вершинами которого являются значения граней костяшек, а ребрами – сами “доминошки”. Наиболее простым с точки зрения машинной реализации представляется алгоритм Эйлера, имеющий линейную относительно числа ребер сложность. Ниже приведена программа “Domino”, реализующая это решение.

```
program Domino;

const
  max=1000;

type
  PRebra=^Trebra;
  TRebra = record
    v    : integer;
    next : Prebra;
  end;
  MultiGraph = array [1..max] of PRebra;

var
  A              : MultiGraph;
  Power          : array[1..max] of integer;
  S1,S2          : array [1..10000] of integer;
  SP1,SP2        : integer;
var
  inf,outf       : text;
  NTests,CurTest : integer;
  N,NR,maxV      : integer;

procedure Clear;
var i:integer;
    P:Prebra;
begin
  for i:=1 to max do
  begin
    while A[i]<> nil do
    begin
      p:=a[i];a[i]:=p^.next;dispose(p)
    end
  end;
  fillchar(Power,Sizeof(Power),0);
  SP1  := 0;
  SP2  := 0;
  NR   := 0;
  MaxV := 0
end;

procedure Init;
var i:integer;
begin
  for i:=1 to max do a[i]:=nil;
end;
```

```
procedure DeleteRebro(v1,v2:integer);
var P,Q:PRebra;
begin
  P:=A[v1];
  if p^.v=v2 then
  begin
    A[v1]:=p^.next;
    dispose(p);
  end else
  begin
    while P^.next^.v<>v2 do p:=p^.next;
    Q:=P^.next;p^.next:=Q^.next;
    dispose(Q);
  end
end;

procedure ReadData;
var i,v1,v2:integer;
    P:Prebra;
begin
  readln(inf,N);
  for i:=1 to N do
  begin
    readln(inf,v1,v2);
    New(P); P^.next:=a[v1]; P^.v:=v2; a[v1]:=P;
    New(P); P^.next:=a[v2]; P^.v:=v1; a[v2]:=P;
    inc(Power[v1]); inc(Power[v2]);
    inc(NR);
    if v2>maxv then maxv:=v2;
    if v1>maxv then maxv:=v1
  end
end;

function Eiler:boolean;
var
 i,n,oddv,odd1 : integer;
 current,next  : integer;
 P:Prebra;
begin
  n:=0;
  for i:=1 to maxV do
   if Odd(Power[i]) then
   begin
     inc(n);oddv:=i;
     if n=1 then odd1:=i
   end;
  if (n<>0) and (n<>2) then
  begin
    Eiler:=false;
    exit
  end;
  if n=2 then
    begin
      current:=oddv;
      New(P);p^.v:=oddv; p^.next:=A[odd1];a[odd1]:=p;
      New(P);p^.v:=odd1; p^.next:=A[oddv];a[oddv]:=p;
      inc(Nr);
    end
  else
    for current:=1 to maxV do if Power[current]<>0 then break;
```

```
  repeat
    while A[Current]<>nil do
    begin
      next:=A[Current]^.v;
      DeleteRebro(Current,Next);
      DeleteRebro(Next,Current);
      dec(NR);
      inc(Sp1);
      S1[Sp1]:=Current;
      Current:=next;
    end;
    inc(Sp2);
    S2[Sp2]:=S1[Sp1];
    dec(Sp1);
  until Sp1=0;
  if NR=0 then Eiler:=true else Eiler:=false;
  if NR=0 then{Output}
   if n<>0 then
     begin
       current:=1; next:=2;
       while not (((S2[Current]=odd1)and(S2[next]=oddv))or
             ((S2[Current]=oddv)and(S2[next]=odd1))) do
          begin  current:=next; next:=next mod sp2 + 1 end;
       Write(outf,S2[next],' ');
       repeat
         next:=next mod sp2 + 1;
         Write(outf,S2[next],' ')
       until next=current;
       writeln(outf)
     end else
     begin
       for current:=1 to sp2 do Write(outf,S2[current],' ');
       writeln(outf,s2[1]);
     end;
end;

begin
  assign(inf,'in.txt');
  assign(outf,'out.txt');
  reset(inf);rewrite(outf);
  readln(inf,NTests);
  Init;
  for CurTest:=1 to NTests do
  begin
    {readln(inf,N);}
    Clear;
    ReadData;
    if not Eiler then Writeln(outf,'No solution')
  end;
  close(inf);close(outf);
end.
```

«Все суммы»

Это задание предполагалось наиболее простым из всех задач практического тура. Генерировать подобное разбиение числа на суммы можно по-разному, но наиболее простой, на наш взгляд способ – рекурсивно разбивать число на суммы из элементов не меньших определенного значения. Т.е число n разбивается на k плюс возможные разбиения числа (n–k) на суммы с элементами, не меньшими k. Число k выбирается всеми доступными способами (оно не меньше некоторого m, и не больше n). При таком подходе автоматически достигается упорядоченность элементов суммы. Далее наведен текст программы “AllSums”, реализующей этот алгоритм.

```
program AllSums;

var a   : array [0..50] of integer;
    N   : longint;
    Len : integer;
    TestNum       : integer;
    inf,outf      : text;
    s             : string;
    outflag       : boolean;

procedure Out;
var i:integer;
begin
  if outflag then
  begin
    for i:=1 to Len do Write(outf,a[i],' ');
    writeln(outf)
  end;
  inc(N)
end;

procedure GenNum(what,min:integer);
var i:integer;
begin
  i:=min;
  inc(Len);
  while i<=what do
  begin
    a[Len]:=i;
    if what=i then Out else
     if what-i>=i then GenNum(what-i,i);
    inc(i)
  end;
  dec(Len)
end;

begin
  assign(inf,'in.txt');
  assign(outf,'out.txt');
  reset(inf);rewrite(outf);
  Len:=0;N:=0;
  Readln(inf,TestNum);
  outflag:=false;
  GenNum(TestNum,1);
  writeln(outf,n);
  outflag:=true;Len:=0;N:=0;
  GenNum(TestNum,1);
  close(inf);close(outf);
end.
```

«Триангуляция»

Эта задача предполагает знание некоторых эффективных методов, а именно табличной техники “динамического программирования”. Мы не будем на нем останавливаться подробно, т.к. он хорошо описан в литературе [5]. Применение этого метода в задаче “триангуляция” дает кубическую оценку сложности. Реализация приведена в виде программы “triang”.

```
program Triang;
const max=25;

var
 fin,fout : text;
 T,D      : array[1..max,1..max] of longint;
 N        : integer;
 x,y,i,j,k: integer;
 V        : array [1..max,1..2] of longint;
 Min,tmp  : longint;

procedure OutPut(i,j:integer);
var k:integer;
begin
  if j-i<3 then exit;
  k:=T[j,i];
  if k-i>1 then writeln(fout,i,' ',k);
  if j-k>1 then writeln(fout,k,' ',j);
  OutPut(i,k);
  OutPut(k,j);
end;

begin
  assign(fin,'in.txt');
  assign(fout,'out.txt');
  reset(fin);
  rewrite(fout);
  readln(fin,N);
  for i:=1 to N do Readln(fin,V[i,1],V[i,2]);
  for i:=1 to N do
   for j:=i to N do
     if j-i<2 then D[i,j]:=0 else D[i,j]:= (V[i,1]-v[j,1])*(V[i,1]-
                                 v[j,1])+(V[i,2]-v[j,2])*(V[i,2]-v[j,2]);
  for i:=1 to N do T[i,i]:=0;
  for i:=1 to N-1 do T[i,i+1]:=0;
  for j:=2 to N-1 do
   for i:=1 to N-j do
   begin
     k:=i+1;
     Min:=T[i,k]+T[k,i+j]+D[i,k]+D[k,i+j];
     inc(k);T[j+i,i]:=k;
     while k<i+j do
     begin
       tmp:=T[i,k]+T[k,i+j]+D[i,k]+D[k,i+j];
       if tmp<Min then
       begin
         T[j+i,i]:=k;
         Min:=tmp
       end;
       inc(k);
     end;
```

```
    T[i,j+i]:=Min;
   end;
  Writeln(fout,sqrt(T[1,n]):1:4);
  Output(1,N);
  close(fin);
  close(fout);
end.
```

«Частотный словарь»

Эта сравнительно несложная задача предполагалась в первую очередь, как техническая – на организацию соответствующих структур данных. Кроме того, оценивалась эффективность поиска слов в словаре. В приведенной программе "freqvoc" словарь реализован в виде двоичного дерева, хотя и не сбалансированного, но значительно ускоряющего время поиска.

```
program FreqVoc;

const ABC=['A'..'Z','a'..'z'];
type
  PNode=^TNode;
  TNode=record
    word : string;
    l,r  : Pnode;
    cnt  : integer;
  end;
var
  fin,fout:text;  Voc:Pnode;  s:string;

procedure InsertWord(var P:Pnode;var w:string);
begin
  if P=nil then
  begin
    new(P);
    P^.l:=nil;P^.r:=nil;P^.word:=w;P^.cnt:=1;
  end else
  if P^.word=w then inc(P^.cnt) else
  if w>P^.word then InsertWord(P^.r,w) else InsertWord(P^.l,w);
end;

function GetWord:string;
var ch:char; s:string;
begin
  s:='';ch:=' ';
  while (not eof(fin)) and (not (ch in ABC)) do read(fin,ch);
  while (not eof(fin)) and (ch in ABC) do
  begin s:=s+ch;read(fin,ch); end;
  if eof(fin) and (ch in ABC) then s:=s+ch;
  GetWord:=s;
end;

procedure Out(var P:Pnode);
begin
  if p=nil then exit;
  Out(P^.l);
  if P^.cnt<>0 then writeln(fout,P^.word,' ',P^.cnt);
  Out(P^.r);
  dispose(P);
end;
```

```
begin
  assign(fin,'in.txt');
  assign(fout,'out.txt');
  reset(fin);
  rewrite(fout);
  Voc:=nil;
  while not eof(fin) do
  begin
    s:=GetWord;
    if s<>'' then InsertWord(Voc,s);
  end;
  Out(Voc);
  close(fin);
  close(fout);
end.
```

Список литературы, использованной при составлении заданий олимпиады по информатике

1. С. Гудман, С. Хидетниеми Введение в разработку и анализ алгоритмов. – М.: «Мир», 1981.

2. Н. Вирт Алгоритмы + Структуры данных = Программы. – М.: «Мир» 1975

3. Д.Кнут Искусство программирования для ЭВМ, т.3 – "Сортировка и поиск". – М.: «Мир», 1978.

4. М.З.Грузман Эвристика в информатике. – Винница: «Арбат», 1998.

5. Ахо, Хопкрофт, Ульман Построение и анализ вычислительных алгоритмов. – М.: «Мир», 1979.

Приложение

По окончании работы областной летней физико-математической школы было проведено **анонимное** анкетирование учащихся, давшее немалый материал для размышлений и школьникам, и, конечно, преподавателям…

Ниже приводится образец такой анкеты.

Часть I: ***преподаватели как люди***	Личная организованность, инициативность, активность	Умение организовать ученический коллектив (группу)	Доброжелательность, уважительность, дружелюбие, терпеливость	Умение контролировать свои эмоции, сдерживать негативное их проявление	Разумная требовательность, "властные" качества	Способен ли признать свою неправоту и/или согласиться с мнением ученика, отличным от собственного мнения? Умение найти компромиссное решение в конфликтной ситуации	Корректность в общении с учащимися	Коммуникабельность, открытость	Интересно ли было общаться с преподавателем вне занятий?	Чувство юмора, доброй иронии	**СУММА БАЛЛОВ**

Часть II: ***преподаватели как преподаватели***	Владение учебным материалом	Умение излагать материал чётко и последовательно, выделяя главное	Нравится ли Вам манера ведения занятия данным преподавателем?	Оцените речевую культуру преподавателя	Умение установить контакт с аудиторией на занятии, умение вовлечь слушателей в активное восприятие материала	Умение концентрировать и удерживать внимание слушателей	Доброжелательное отношение к ошибкам учащихся	Оцените степень полезности для Вас материала, изложенного на занятиях данного преподавателя	Умение заинтересовать материалом, первоначально не кажущимся привлекательным	Умение излагать материал оригинально (речь не идёт только лишь о внешних её проявлениях!!!)	**СУММА БАЛЛОВ**

Баллы выставляются следующим образом: "***5***" – **очень хорошо**, "***4***" – **хорошо**, "***3***" – **средне**, "***2***" – **плохо**, "***1***" – очень плохо. Если Вы не знаете данного преподавателя или не можете по другим причинам ответить добросовестно на тот или иной вопрос анкеты (например, он не проводил у Вас занятия и т.п.), – поставьте, пожалуйста, в этой клеточке прочерк: "–".

СОДЕРЖАНИЕ

Сборник материалов областной летней физико-математической школы

(25 июня – 7 июля 1999 года, пансионат “Одесса”,
посёлок Каролино-Бугаз
Овидиопольского района Одесской области)

Составители:

преподаватели Ришельевского лицея

ВИКТОР Павел Андреевич, кандидат физ.-мат. наук
КОЛЕБОШИН Валерий Яковлевич, кандидат физ.-мат. наук
МИТЕЛЬМАН Игорь Михайлович, кандидат физ.-мат. наук

Рецензенты:	Чемересюк Г.Г., декан физического факультета ОГУ, профессор; Гринчук В.В., методист Одесского ИУУ
Редактор:	Заворотняя П.Л., заместитель директора Ришельевского лицея
Ответственные за выпуск:	Кавалеров В.А., кандидат педагогических наук, директор Одесского ИУУ Палладий О.Н., директор Ришельевского лицея

Компьютерная вёрстка – составителей

Подписано к печати	20.08.99
Тираж	250 экземпляров
Формат	60×90/16
Объём	5,6 п.л.

Отпечатано с оригинал-макета
на полиграфической базе Ришельевского лицея
270026, г. Одесса, ул. Щепкина, 5
тел. (0482) 238006, 232191